



Universidad de Buenos Aires  
Facultad de Ciencias Económicas



Escuela de Estudios de Posgrado  
Especialización en Administración Financiera

**Trabajo Final**

*Métodos cuantitativos aplicados a la gestión de riesgos  
de crédito para entidades financieras*

**Autor :**  
**Pamela Soledad Espada Ramos**

**Tutor :**  
**Daniel Sarto**

**Buenos Aires, Marzo del 2018**

BUENOS AIRES, 15 de marzo del 2018.

SR. DIRECTOR DE LA CARRERA DE POSGRADO  
 DE ESPECIALIZACIÓN EN ADMINISTRACIÓN FINANCIERA.  
 FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS.  
UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES.

De mi mayor consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a Ud. con la finalidad de remitirle, adjuntos a la presente, TRES (3) ejemplares del Trabajo Final presentado por el alumno:

Pamela Soledad Espada Ramos
Nombre y Apellido del Alumno

cuyo título es el siguiente :

Métodos cuantitativos aplicados a la Gestión de Riesgo de Crédito para Entidades Financieras
Título completo del Trabajo Final

En mi carácter de Tutor designado por la Dirección de la Carrera a efectos de orientar y guiar la elaboración de este Trabajo Final, le informo que he analizado y revisado adecuadamente la versión final que se acompaña y que por ello propongo la aprobación de la misma y la siguiente calificación, dentro de la escala de cero a diez :

Número	Letras

Sin otro particular lo saludo muy atentamente.

Firma completa del Tutor
Daniel Sarto Nombre y Apellido del Tutor
Cargo (s) docente (s) u otro (s) del Tutor

<b>Calificación de las Autoridades de la Carrera :</b>			
Número	Letras	Número	Letras
<i>Firma del Subdirector</i> <b>Heriberto H. Fernández</b> Subdirector		<i>Firma del Director Alterno</i> <b>Celestino Carbajal</b> Director Alterno	
<b>Calificación Final :</b>			
Número	Letras		

# ÍNDICE      GENERAL

	<u>Página</u>
<b>1. RESUMEN DEL TRABAJO.</b>	7
<b>2. INTRODUCCIÓN AL TEMA.</b>	11
2.1 Antecedentes y objetivos	12
2.2 Gestión de Riesgo desde el contexto de Basilea II	12
2.3 Antecedentes de Entidades Financieras	14
2.4 Planteamiento del problema	15
<b>3. DESARROLLO DEL TRABAJO.</b>	17
3.1. Marco teórico: Definiciones	18
3.2. Pérdidas por Riesgo de Crédito	21
3.3. Etapas del Proceso de Gestión de Riesgos	21
3.3.1. Identificación del Riesgo de Crédito	22
3.3.2. Medición del Riesgo de Crédito	23
3.3.3. Monitoreo de Riesgo de Crédito	26
3.3.4. Control de Riesgo de Crédito	26
3.3.5. Mitigación del Riesgo de Crédito	27
3.3.6. Divulgación del Riesgo de Crédito	28
3.4. Desarrollo de la Metodología	28
3.4.1. Matrices de Transición, Herramienta de Riesgo	28
3.5. Interpretación de una Matriz de Transición por Calificaciones	30
3.5.1. Definición de Matriz de Transición	33
3.6. Clasificación de estados de una Cadena de Markóv	36
3.7. Multiplicación de Matrices	37
3.8. Valor en Riesgo (Value at Risk – VaR)	38
3.8.1. Fundamentos del Valor em Riesgo (VaR)	39
3.8.2. Ámbito de aplicación del modelo	39
3.8.3. Cálculo de Valor en Riesgo (VaR)	40
3.8.4. Ventajas y Desventajas de (VaR)	42
3.9. Análisis y aplicación de la Metodología	42
3.9.1. Construcción de Matriz de Transición	43
3.9.2. Clasificación de Operaciones-Días de Mora	44
3.9.3. Cálculo de probabilidad de incumplimiento	50
3.9.4. Matriz de Calificaciones año 1 – Transición 1	50
3.9.5. Exposure at Default (EAD)	51
3.9.6. Previsión para la cartera según el BCRA	52
3.9.7. Cálculo de Valor en Riesgo (VaR)	53
3.9.8. (VaR) a distintos niveles de confianza	56
3.9.9. Método de Montecarlo	58
3.9.10. Aplicación del Método Montecarlo	59

<b>3.9.11.</b> VaR histórico o VaR por simulación histórica	61
<b>3.9.12.</b> Distribución Normal	61
<b>4.</b> CONCLUSIÓN ( ES ).	64
<b>5.</b> REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	68
<b>6.</b> ANEXO ( S ).	71
<b>6.1.</b> Anexo N° 1	72
<b>6.2.</b> Anexo N° 2	78
<b>6.3.</b> Anexo N° 3	81
<b>7.</b> SOPORTE ELECTRÓNICO (C.D.)	82

## ÍNDICE DE CUADROS

<u>Cuadro</u> <u>No. :</u>	<u>Título</u> – <u>Fuente</u>	<u>Página</u>
<b>I</b>	Matriz de Transición. Fuente: Elaboración propia.	29
<b>II</b>	Matriz de Calificaciones. Fuente: Elaboración propia.	30
<b>III</b>	Clasificación días de Mora. Fuente: Elaboración propia en base al BCRA.	31
<b>IV</b>	Ejemplo de incumplimiento. Fuente: Elaboración propia.	33
<b>V</b>	Clasificación de Clientes. Fuente: Elaboración propia.	42
<b>VI</b>	Días de mora. Fuente: Elaboración propia.	44
<b>VII</b>	Matriz de transición por número de clientes. Fuente: Elaboración propia.	46
<b>VIII</b>	Matriz en porcentaje. Fuente: Elaboración propia base al cuadro N° VII.	47
<b>IX</b>	Punto de default por mora. Fuente: Elaboración propia	48
<b>X</b>	Nuevo default por mora. Fuente: Elaboración propia	49
<b>XI</b>	Probabilidad de incumplimiento. Fuente: Elaboración propia, según datos de Cuadro N° VIII	50
<b>XII</b>	Matriz de transición – 1. Fuente: Elaboración propia.	51
<b>XIII</b>	Previsión según BCRA. Fuente: <a href="http://www.bkra.gob.ar/Pdfs/Texord/t-prevmi.pdf">http://www.bkra.gob.ar/Pdfs/Texord/t-prevmi.pdf</a>	52
<b>XIV</b>	Previsión de la cartera. Fuente: Elaboración propia.	52
<b>XV</b>	Cálculo de pérdida esperada. Fuente: Elaboración propia.	54
<b>XVI</b>	Pérdida espera con $r = 70\%$ . Fuente: Elaboración propia.	54
<b>XVII</b>	Cálculo (VaR). Fuente: Elaboración propia	55
<b>XVIII</b>	Indicador del (VaR). Fuente: Elaboración propia.	57
<b>XIX</b>	(VaR) Comparativo. Fuente: Elaboración propia.	57

**XIX** Función de distribución: Elaboración propia

60

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

<b><u>Gráfico</u></b> <b><u>No. :</u></b>	<b><u>Título</u></b> – <b><u>Fuente</u></b>	<b><u>Página</u></b>
<b>I</b>	Estructura de Basilea II. Fuente: Elaboración propia.	13
<b>II</b>	Gestión Integral del Riesgo. Fuente: Elaboración propia.	21
<b>III</b>	Etapas del Proceso de Gestión de Riesgos. Fuente: Elaboración propia.	22
<b>IV</b>	Relación entre pérdida esperada e inesperada. Fuente: Elaboración propia.	23
<b>V</b>	Ilustración gráfica de la ecuación. Fuente: Elaboración propia	35
<b>VI</b>	Determinación de probabilidad. Fuente: Elaboración propia	35
<b>VII</b>	Representación gráfica de la matriz de transición. Fuente: Elaboración propia	36
<b>VIII</b>	Valor en Riesgo (VaR). Fuente: Elaboración propia.	41
<b>IX</b>	Representación gráfica de clientes: Fuente: Elaboración propia.	43
<b>X</b>	Pérdida Espera y no Esperada (Campana de Gauss): Elaboración propia	58
<b>XI</b>	Distribución Normal. Fuente: Elaboración propia	62

## **1. RESUMEN DEL TRABAJO**

El presente trabajo de investigación se realizará dentro del marco de la gestión de riesgos, centrándose en la “Gestión de Riesgo de Crédito”. Siendo este el principal activo rentable de las entidades financieras, además uno de los más importantes a la hora de otorgar créditos.

Una de las fases más importantes para las entidades financieras es la medición del “Riesgo de Crédito” debido a que su rentabilidad depende del grado de riesgo que asuma, además todos los bancos están obligados por disposiciones propias de cada país a calcular el requerimiento de capital en concepto de riesgo de crédito, es así que en este contexto, las entidades financieras necesitan cuantificar, medir y predecir el riesgo que están dispuestos a asumir con una determinada cartera de créditos. Así de esta manera el presente trabajo pretende analizar un método estándar, el cual tuvo sus inicios en el año 1997 y aún se encuentra vigente y normado según el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

Utilizaremos dos técnicas en la cuantificación del riesgo:

- a. Matrices de Transición de la Teoría de Cadenas de Markov.
- b. La Metodología Valor en Riesgo (VaR) de J.P. Morgan.

De esta manera, el presente trabajo propone desarrollar una metodología cuantitativa aplicada a la gestión de riesgo de crédito para entidades financieras, teniendo como propósito final cuantificar la máxima pérdida posible de una cartera de crédito, en nuestro caso analizaremos una cartera de crédito minorista de consumo. Cartera que corresponde a una gran mayoría de clientes en los bancos. Dentro de la cual se analizará y desarrollará a través de un ejemplo práctico una cartera de consumo, analizaremos los créditos otorgados para el consumo a cinco años plazo, cuyos datos serán extraídos de la simulación de una cartera (datos tomados al azar). Con la aplicación del método observaremos como se comportará nuestra cartera en un período de tiempo, así con la información suministrada, los directivos podrán tomar decisiones con respecto a los riesgos que están dispuestos a asumir por una cartera con similares características.

El desarrollo estará basado en un método cuantitativo en nuestro caso; matrices de transición y Valor en Riesgo (VaR), de los cuales veremos el desarrollo de la metodología, su aplicación práctica a un caso determinado, sus principales ventajas y desventajas en la utilización de la metodología, y finalmente observaremos la facilidad a la hora de interpretación de la misma.

En esencia podemos decir que el desarrollo de este modelo permitirá medir en términos cuantitativos la pérdida máxima de una cartera, además nos permitirá encontrar el punto de default por mora, esto en un período de tiempo determinado, para nuestro caso tomaremos un período de doce meses y a un determinado nivel de confianza específico, esto relacionado con las transiciones que se generan en la cartera a través de la aplicación de la teoría de cadenas de Markov.

También desarrollaremos cuales fueron sus inicios de la aplicación de este método de matrices de transición, los cuales empezaron a utilizarse desde el año 1997, esto y con la aparición de CreditMetrics<sup>1</sup> de JP Morgan, desde entonces se han convertido en uno de los modelos más utilizados, debido a su fácil aplicación e interpretación.

Las matrices de transición nos ayudaran en este trabajo a estimar la probabilidad de pasar de un estado (i) en el cual se encontraba la deuda de un cliente en un periodo de tiempo (t) a un estado (j) en el periodo siguiente el cual sería  $1+t$ . Además podremos observar la migración de los clientes de un estado a otro; a través de la migración de los clientes observaremos si la cartera se deterioro o se recuperó en la transición respecto a su estado inicial.

Estas matrices son un elemento muy importante en la estimación del riesgo de crédito de los bancos, puesto que nos dará una base para analizar el posible deterioro que pudiera presentar esta cartera en el futuro, la metodología además permite construir un indicador de experiencia de pago para cada crédito; agrupado por categorías de acuerdo al plazo de crédito que estemos analizando, la clasificación del mismo estará de acuerdo a la disposición del BCRA.

Todas las entidades financieras cuentan con un sector exclusivo encargado del análisis de riesgo de crédito el cual, es el encargado de gestionar, administrar y cuantificar el riesgo crediticio, cuyo trabajo no es sencillo de desarrollar, puesto que no solo depende de una herramienta de cuantificación, el cual es de vital importancia, sino que también depende de las políticas de los directivos de las entidades financieras, el seguimiento de la cartera de manera constante y que el personal a cargo del sector o de la gestión. Debe ser muy dinámico y tener mucha creatividad, puesto que no es sencillo predecir el riesgo, aun utilizando las metodologías más moderna y avanzadas.

Por último desarrollaremos el modelo de medición de riesgo denominado Valor en Riesgo o Risk Value (VaR), método desarrollado por JP Morgan a principios de los 90, y fue adaptado rápidamente por las firmas financieras. Cuyo propósito es mostrar la pérdida máxima que podría sufrir una cartera de valores en un período de tiempo, bajo condiciones normales de mercado, con un cierto nivel de confianza. Para obtener este indicador las técnicas más utilizadas son: Simulación Histórica, Monte Carlo y distribución normal. La diferencia entre las tres técnicas utilizadas son los supuestos que realizan, como los de normalidad o forma de construcción de series de tiempo.

Existen dos claros beneficios de este indicador. El primero que es una medida monetaria que le permite conocer al inversionista o administrador el riesgo inherente de la posición determinada, ya que la pérdida esperada permite al inversionista ver el porcentaje o cantidad en unidad monetaria, que estaría dispuesto a perder por movimientos adversos de los mercados de valor de su cartera. En segundo lugar, permite conocer el nivel de exposición de riesgo, así como definir o limitar su

---

<sup>1</sup> A partir de avances de Credit Scoring se materializo varios modelos como: CreditMetrics, Credit Risk y Portafolio Manager, desarrollados por JP Morgan, para mejorar el desarrollo bancario.

apetito de riesgo, a través de la determinación de límites que acoten el VaR de un portafolio.

Dentro de las desventajas existe una muy importante de este indicador: no es una medida para períodos de alta volatilidad, hipótesis poco realista debido a que asumimos como normalidad el promedio de pérdida, demasiada dependencia del comportamiento histórico, análisis estático y el riesgo es dinámico, no representa el peor escenario posible.

Trabajaremos con probabilidades lo cual quiere decir que no hay ninguna certeza en nuestros cálculos.

## **2. INTRODUCCIÓN AL TEMA**

## 2.1. Antecedentes y Objetivos

El presente trabajo se realizará con el propósito de coadyuvar en el diseño, desarrollo e implementación de una metodología de medición de riesgo, además se desarrollarán los distintos tipos de riesgo, pero nos centraremos en la gestión de riesgo de crédito para entidades financieras, teniendo como objetivo general del trabajo proporcionar una herramienta y desarrollarla como metodología de cuantificación; así de esta manera prever a entidades financieras ante futuros riesgos que pueden asumir, esta metodología estará basada en los enfoques de medición establecidos por Basilea II<sup>2</sup>.

Dentro de los objetivos específicos podemos plantearnos los siguientes:

- ✓ Importancia de la gestión de riesgo de crédito para las entidades financieras.
- ✓ Desarrollar el procedimiento de un método cuantitativo para la gestión de riesgo de crédito.
- ✓ Con la metodología aplicada cuantificaremos el riesgo de crédito.
- ✓ Proporcionar lineamientos para que la entidad financiera evalúe la efectividad de la gestión de riesgo de crédito.

## 2.2. Gestión de Riesgo desde el contexto de Basilea II

El nombre de Basilea viene del lugar donde se reúnen, Basilea (Suiza). Este comité Basilea para la supervisión bancaria agrupa a representantes de bancos centrales y supervisores de entidades financieras de los siguientes países: Alemania, Arabia Saudita, Australia, Bélgica, Brasil, Canadá, China, Corea, España, Estados Unidos, Francia, Hong Kong RAE, India, Indonesia, Italia, Japón, Luxemburgo, México, los Países Bajos, el Reino Unido, Rusia, Singapur, Sudáfrica, Suecia, Suiza y Turquía. Quienes trabajan identificando prácticas bancarias sanas, con las que reconoce principios básicos; los cuales son difundidos mundialmente. Cualquier país de acuerdo a su desarrollo sistémico financiero puede adoptar principios y prácticas de acuerdo a sus necesidades.

El primer acuerdo emitido por el comité fue en el año 1988 el llamado: “Acuerdo de Capital de Basilea”, también conocido como Basilea I, que reúne prácticas básicas en riesgo bancario, el segundo acuerdo firmado en el año 2004 conocido como “Convergencia internacional de medidas y normas de capital” o Basilea II, donde establecen formas más avanzadas de administrar dicho riesgo en el cual se implementaron innovaciones financieras con el objetivo de reducir los riesgos de crédito; esto surge debido a que se presentaron varias crisis financieras como por ejemplo en la década de los años 90 la crisis de México (1994-1995), Argentina (1995), Brasil (1998-1999), nuevamente Argentina (2001-2002) y la última crisis financiera 2009 donde se suprime EUA<sup>3</sup>, en consecuencia de los hechos ocurridos es que se han tenido en cuenta otros riesgos financieros que no se habían considerado en Basilea I, como el riesgo operacional tomado en cuenta recién en Basilea II; en Basilea III la formación de buffers (colchones) para el riesgo de liquidez. En tal virtud el comité de

---

<sup>2</sup> En junio del 2004, se publicó “Convergencia internacional de medidas y normas de capital: marco revisado, más conocido como Basilea II.

<sup>3</sup> EUA (Estados Unidos de América).

Basilea consideró necesario revisar el acuerdo de 1988 y emitió en 1999 un documento titulado “Un nuevo marco de acuerdo de adecuación de capital”.

Después de cinco años de consultas y por las experiencias de la industria bancaria es que en el 26 de junio del 2004, tras una reunión celebrada en el comité Basilea, aprobaron el nuevo acuerdo bajo la denominación de convergencia internacional de medidas y normas de capital más conocida como Basilea II, este nuevo acuerdo presenta una estructura dividida en pilares.

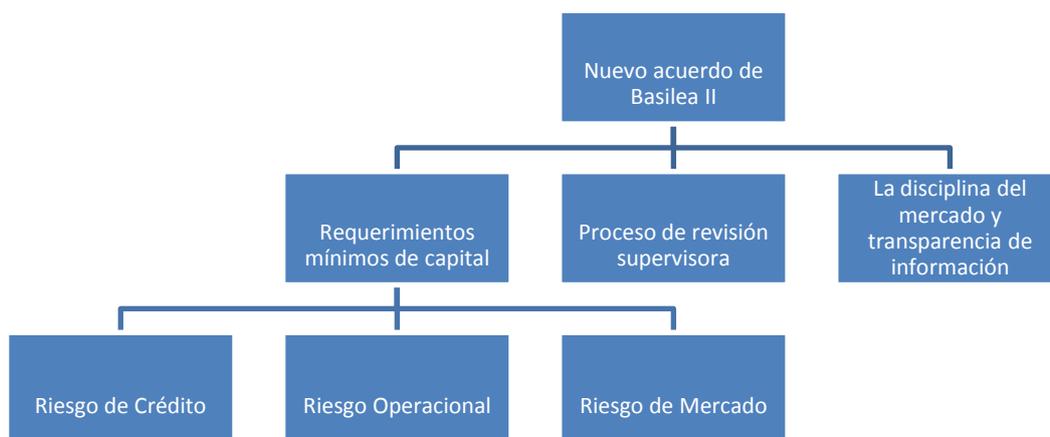
El primer pilar contempla distintas alternativas para calcular la exigencia de capital por riesgo de crédito; el segundo pilar se refiere a la función de supervisión para evaluar el riesgo global de las entidades de intermediación financiera; el tercer pilar hace especial énfasis en la disciplina del mercado, por vía de una mayor transparencia y confiabilidad de la información de manera oportuna que permita un efectivo seguimiento de la solvencia y capitalización de los bancos.

Por otro lado se introdujo el sistema de rating<sup>4</sup> el cual comprende todos los métodos, procesos, controles y sistema de datos necesarios para la evaluación del riesgo de crédito, la asignación de ratings internos de riesgo y la cuantificación de pérdida por default.

El comité de supervisión bancaria Basilea III desarrollo varios cambios, los últimos fueron en diciembre del 2010, aplicando nuevos requisitos de capital, apalancamiento y liquidez, cuyo objetivo fue reforzar normas internacionales de capital y liquidez para desarrollar un sector bancario más resistente.

Dada la última crisis financiera trata de proporcionar herramientas para mejorar la gestión de riesgo que complementado con un buen gobierno de las mismas, hacen un sistema más fuerte y resistente.

**Gráfico N° I: Estructura de Basilea II**



Fuente: Elaboración propia en base a Basilea II

<sup>4</sup> Existen agencia calificadoras de riesgo, el cual califica a clientes de acuerdo a su capacidad de pago.

### 2.3. Antecedentes de Entidades Financieras

El nacimiento de los bancos fue por una necesidad en principio de realizar simples operaciones, pero pronto se desarrollaron y pasaron a ser organizaciones más complejas. Su nacimiento tuvo en el siglo IV A.C. en ciudades griegas. Estas instituciones además de su rol bancario, recaudaban impuestos y acuñaban monedas. Pero con el paso del tiempo los bancos se tenían que adaptar a las necesidades del pueblo y después de la primera guerra mundial en 1914 se precipita la evolución de reglas y normas. Por eso es que hoy en día hay sistemas bancarios integrados por diferentes componentes, no solo del estado o privados, sino también aquellos que pertenecen a colectividades locales, regionales, cooperativas y bancos universales.

Podemos definir una entidad financiera como: “un agente económico especializado en las actividades de compraventa simultánea de contratos y títulos financieros”<sup>5</sup>.

Dentro de las entidades financieras están los bancos que Rochet y Freixas (1997, pág. 1) lo definen como: “una institución cuyas operaciones habituales consisten en conceder préstamos y recibir depósitos del público”. Es habitual ya que la mayoría de las empresas ya sean industriales o comerciales prestan dinero a sus clientes a través de un crédito comercial. Siendo esta la principal actividad de los bancos; quienes financian préstamos captando depósitos del público en proporción significativa y otra proporción lo hacen con recursos propios.

Los bancos prestan servicios al público en general brindando servicios de liquidez y medios de pagos. Así de esta manera es que gran parte del dinero que el banco administra no le pertenece; por ello la gestión bancaria requiere de un proceso constante de evaluación y medición de los riesgos a los que se expone los recursos de los depositantes.

Estos riesgos en su conjunto se denominan “riesgo bancario” cuyos lineamientos y normas están regulada por el Banco Central de la República Argentina (B.C.R.A) y supervisada por la Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias.

En el marco de la revisión del cumplimiento de las normas del B.C.R.A. tenemos: las normas sobre “capitales mínimos de las entidades financieras”, “supervisión consolidada” cuyas normas son examinadas y evaluadas por la Superintendencia de Entidades Financieras y Cambiarias. Si tras la evaluación se contempla que no son satisfactorios o no se cumple con los requerimientos establecidos, se podrán iniciar acciones contra la misma.

---

<sup>5</sup> Economía Bancaria, Freixas y Rochet (1997)

Las normas sobre “capitales mínimos de las entidades financieras” exigen un capital mínimo para hacer frente a una serie de riesgos. Las entidades financieras están también expuestas a otras incertidumbres que afectan a cada una de manera individual y específica. Por esta razón es que el Banco Central de la República Argentina espera que las entidades financieras operen por encima de los límites mínimos establecidos en las normas.

## 2.4. Planteamiento del problema

Todas las empresas en mayor o menor medida otorgan créditos, más aún las entidades financieras, los bancos quienes obtienen una proporción significativa de sus ingresos por operaciones de financiamientos. Estos captan depósitos del público que conjunto con el capital propio lo ofrecen en forma de préstamos a quienes lo necesitan. El mayor reto es evaluar el retorno de un préstamo. En los últimos años la industria bancaria empezó a utilizar técnicas más sofisticadas para el análisis de riesgo de crédito, pero el riesgo aunque se puede medir con estas técnicas, es difícil predecir con exactitud.

En este trabajo utilizaremos como metodología la implementación de matrices de transición como herramienta para medir el riesgo de crédito para una determinada cartera de crédito, en nuestro ejemplo créditos de consumo, el cual tiene como destino el consumo personal. Los mismos otorgados con garantía personal; es decir que el prestatario responde con el conjunto de su patrimonio (bienes y derechos) hasta el monto de la deuda.

Es muy importante identificar estrategias para minimizar al máximo el riesgo de una cartera sana que a su vez tenga una rentabilidad apropiada, exigida por los accionistas; la actividad bancaria cuenta con un directorio elegido por los accionistas quienes supervisan el proceso gerencial.

Podemos plantearnos la siguiente pregunta central del tema:

¿Se justifica implementar una herramienta de gestión de riesgo de crédito bajo el contexto de Basilea II, en una entidad financiera a objeto de medir la gestión de riesgo de crédito?

Preguntas Específicas:

¿Qué metodología se requiere para implementar una herramienta de gestión de riesgo de crédito para una cartera de consumo personal bajo el contexto de Basilea II (BIS II)<sup>6</sup>, a una entidad financiera, en este caso matrices de transición, con el objeto de medir el Valor en Riesgo (VaR)?

¿Cuál es la estructura necesaria que debe contar una entidad financiera, para llevar adelante la gestión de riesgo de crédito?

¿Cuáles son las principales justificaciones para implementar una herramienta de gestión de riesgo de crédito en el contexto de (BIS II)?

---

<sup>6</sup> BIS, siglas en inglés Bank of International Settlements.

Vamos a limitar nuestra investigación en un tiempo y espacio determinado, el tiempo abarcará un período de doce meses, centrada en la cartera de consumo de un banco; en nuestro ejemplo tomaremos datos al azar de una muestra de un total de 300 operaciones simuladas durante el período de un año, clasificada en doce meses, observaremos el comportamiento de la cartera al final de cada mes. Veremos la transición de la cartera del período inicial y período final, para de esta manera poder identificar si es una cartera sana o si se necesitan medidas más estrictas para lograr una cartera ideal.

La metodología del trabajo será descriptiva e inductiva es decir que a partir de datos obtenidos de una muestra tomadas al azar, la utilizaremos como base para la construcción de matrices de transición, para encontrar el punto de default por mora y por último evaluaremos el comportamiento de nuestra cartera, si es una cartera sana o si se necesitan medidas más rigurosas.

### **3. DESARROLLO DEL TRABAJO**

### **3.1. MARCO TEÓRICO: DEFINICIONES**

Para efectos del presente trabajo es importante conocer los siguientes conceptos y definiciones.

#### **Incertidumbre**

La palabra incertidumbre aparece cada vez con mayor frecuencia en nuestro entorno global, más aún en los mercados financieros quienes deben de estudiar con mayor profundidad para la toma de decisiones.

En la economía mundial se han registrado eventos de magnitud importante que afectaron las economías de varios países. Estos acontecimientos imprevistos, atípicos y anormales se manifiestan con mayor frecuencia de modo que podemos decir que el porvenir nunca fue tan incierto como en la actualidad. Así mismo, por causa de la última crisis financiera, el nivel de incertidumbre que tienen los agentes económicos y financieros es aún mayor. Por ello la importancia para que las entidades financieras utilicen metodologías especializadas y modernas para medir el riesgo.

“Existe incertidumbre para un decisor si éste cree que una variable puede adoptar uno de entre, por lo menos, dos niveles posibles, pero no puede asegurar cuál será dicho nivel” (Pavesi, 2004). Es decir que la incertidumbre es algo desconocido acerca de una condición futura, pudiendo dar posibles probabilidades a un hecho.

#### **Incumplimiento (Default)**

Se entiende por incumplimiento del prestatario al no pago de los montos adeudados de capital e intereses dentro del período predeterminado de tiempo o de acuerdo con lo establecido en el plan de pagos pactado. En el caso de incumplimiento en el plazo pactado, puede resarcirse aplicando intereses; generalmente se emplea un plazo de 90 días para señalar si un crédito está en “*Default*”, estos pueden variar dependiendo del tipo de crédito.

En caso de incumplimiento en el monto, las entidades financieras pueden revertir la situación mediante una presión al deudor (cobranza más fuerte, disminución de límite de crédito o proceso jurídico para el cobro, etc.)

En el caso particular de Basilea II, hay *default* cuando se observa al menos una de las siguientes situaciones:

- ✓ Atraso (mora) si es superior a 90 días,
- ✓ es improbable que el deudor pague sus obligaciones con el grupo bancario sin que tenga que recurrir a acciones como realizar garantías,
- ✓ indicios de poca probabilidad de pago: suspensión de devengamiento de intereses, reestructuración de pérdida del crédito, pedir la quiebra del deudor.

## Probabilidad

Tomaremos el concepto de Canavos (1988) quien afirma: “La probabilidad es un mecanismo por medio del cual pueden estudiarse sucesos aleatorios, cuando éstos se comparan con los fenómenos determinísticos” (p.28). Si nos vamos a un ejemplo esto quiere decir que, nadie puede predecir con certeza el resultado de un experimento. La probabilidad juega un papel muy importante para la toma de decisiones.

## Riesgo

Si hablamos de riesgo podemos plantearnos varias cuestiones como ¿Qué se entiendo por riesgo?, ¿cuáles son sus principales manifestaciones?, ¿cómo se puede medir?, ¿qué ventajas ofrece su determinación? Para iniciar diremos que en la disciplina económica la idea de riesgo aparece asociada con la posibilidad de desviación desfavorable en la consecución de un objetivo determinado, esto quiere decir que supone una variación entre un valor estimado a priori y el realmente alcanzado. También podemos citar al autor Carlos Slosse quien habla del riesgo y lo define como una incertidumbre respecto al futuro en el manejo de los negocios, cualquier aspecto relacionado con el negocio implica una incertidumbre respecto al futuro, esto supone un elemento de riesgo. También lo asocia el riesgo a un peligro o como una oportunidad, es decir peligro que suceda un acontecimiento posible con el cual dañe, o un acontecimiento posible mediante el cual se obtenga un beneficio.

Existen diversas formas de clasificación de riesgos que son muy útiles para entender sus características, Slosse hace la siguiente clasificación:

### ✓ Riesgo de Crédito

“El riesgo crediticio es el riesgo de que un tercero (prestatario, banco u otra contraparte) no cumpla sus obligaciones (o no se le permita cumplirlas) de conformidad con los plazos acordados”.<sup>7</sup> El riesgo de crédito es también aquel riesgo de que el capital y los intereses de un préstamo no sean devueltos; para un banco todos los préstamos en general están expuestos en cierto grado a un riesgo de crédito por incumplimiento por parte de prestatario.

Es importante mencionar los factores que pueden aumentar el riesgo crediticio por ejemplo: montos importantes a un número de prestatarios pequeños, montos importantes adeudados por familias o montos de préstamos importantes a determinadas industrias, es decir que para un mejor manejo del riesgo debemos diversificar nuestra cartera.

Dentro de los factores que disminuyen el riesgo podemos mencionar: Una filosofía conservadora, procesos exhaustivos para la aprobación de un préstamo, supervisión gerencial constante y acuerdos de garantías o seguros.

---

<sup>7</sup> Análisis de Riesgos de la Actividad Bancaria, Ed. La Ley, Carlos Alberto Slosse, Argentina, Pag.29

Tenemos riesgos implícitos dentro de riesgo de crédito estos pueden ser: riesgo de exposición, el cual se refiere a la incertidumbre con respecto al monto futuro, riesgo de recuperación, el cual se refiere a las garantías y avales de los préstamos y por último el riesgo de incumplimiento, es la probabilidad en el incumplimiento del pago por parte del deudor. Para estimar este incumplimiento nos basaremos en datos históricos.

✓ **Riesgo de tasa de interés**

Los bancos obtienen fondos a una tasa para prestarlos a otra tasa más alta. Este es el riesgo de tasa de interés que también se la conoce como riesgo de financiamiento. Dentro de los factores que aumentan el riesgo de tasa de interés esta: la volatilidad y disparidad de fechas de determinación de activos y pasivos.

✓ **Riesgo liquidez**

Es cuando el banco no puede cumplir con sus obligaciones, esto surge porque los flujos de activos y pasivos no coinciden. Por su tamaño y magnitud de los bancos generalmente obtienen préstamos a corto plazo y financian a largo plazo.

✓ **Riesgo moneda**

Es el fenómeno que implica el que un agente económico coloque parte de sus activos en una moneda, o instrumento financiero en moneda diferente a la que se utiliza habitualmente. Asociado con el riesgo de tasa de interés y liquidez. Originados generalmente cuando hay desajustes de activos y pasivos en moneda extranjera.

✓ **Riesgo mercado**

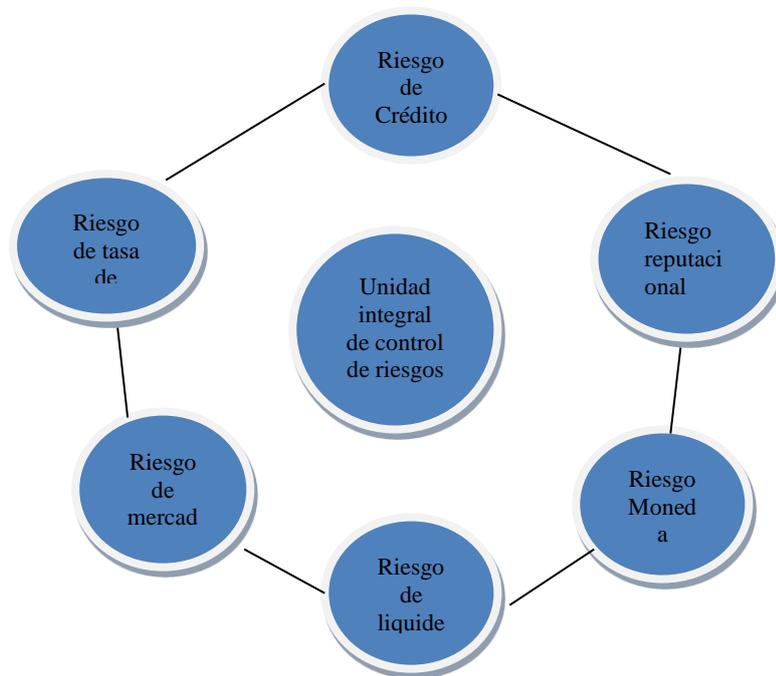
Surge como una consecuencia de exposición a variaciones en los precios de activos en el mercado. Son fluctuaciones del mercado que afectan a valor de un activo y pueden ocasionar pérdidas importantes.

✓ **Riesgo reputacional**

Es aquel riesgo que está asociado a la percepción negativa sobre la entidad financiera por parte de clientes, accionistas, inversores y otros participantes, que afectan adversamente a la capacidad de la entidad de mantener relaciones comerciales con otros en el mercado. De manera tal que se encuentra en el conjuntos de otros riesgos a asumir.

En el siguiente gráfico observaremos como se relacionan los distintos tipos de riesgos.

## Gráfico N° II: Gestión Integral del Riesgo



Fuente: Elaboración propia

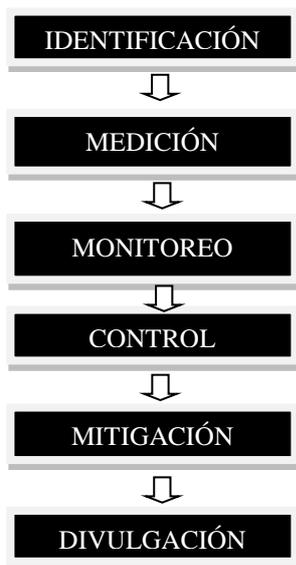
### 3.2. Pérdidas por Riesgo de Crédito

La actividad crediticia por su naturaleza es generadora de pérdidas, estas se pueden dividir en pérdidas esperadas e inesperadas, que la suma de ambas sería "pérdidas por riesgo de crédito". Es importante comprender su concepto para más adelante, porque la implementaremos a nuestro ejemplo.

### 3.3. Etapas del Proceso de Gestión de Riesgos

Se reconocen a nivel internacional la gestión integral de riesgos, un proceso conformado por seis etapas: Identificación, medición, monitoreo, control, mitigación y divulgación.

### Gráfico N° III: Etapas del Proceso de Gestión de Riesgos



Fuente: Elaboración propia

A cada una de las etapas se asocian actividades a desarrollar operativamente que son:

- ✓ Reconocer sucesos o eventos que, de presentarse, ocasionarían pérdidas a los bancos.
- ✓ Determinar o estimar la probabilidad de ocurrencia de tales eventos.
- ✓ Estimar los montos de las potenciales pérdidas que podrían generar dichos sucesos.
- ✓ Ordenar y clasificar los sucesos, conforme la probabilidad de ocurrencia y el nivel de impacto en pérdidas que podrían ocasionar.
- ✓ Adoptar acciones preventivas para aminorar la probabilidad de ocurrencia de los eventos adversos, o minimizar las pérdidas en caso de materializarse los mismos.

En este marco es imprescindible que la entidad de intermediación financiera cuente con sistemas de información y base de datos que posibiliten generar información oportuna y confiable tanto para el directorio como para la alta gerencia. Esto para futura toma de decisiones.

A continuación procederemos a una breve explicación de cada una de las etapas del proceso de gestión integral de riesgos.

#### 3.3.1. Identificación del Riesgo de Crédito

El proceso de identificación es el reconocimiento de todos los factores que al presentar comportamientos adversos generan incremento en el riesgo de crédito, lo que significa, identificar tanto al riesgo potencial en la concesión de créditos nuevos.

Se utilizarán matrices de transición y además en esta etapa se realizará la construcción de la matriz de riesgos con los diferentes tipos de riesgos que amenazan. Es muy importante que el resultado de este proceso sea de la participación de directivos y ejecutivos, así como de los ejecutores de los procesos, desagregando la organización en niveles de área comercial o negocios (front office), área de riesgo (middle office) y área de registro de la información (back office). El resultado de este proceso debe ser la identificación de eventos adversos, las áreas expuestas al riesgo y el posible impacto.

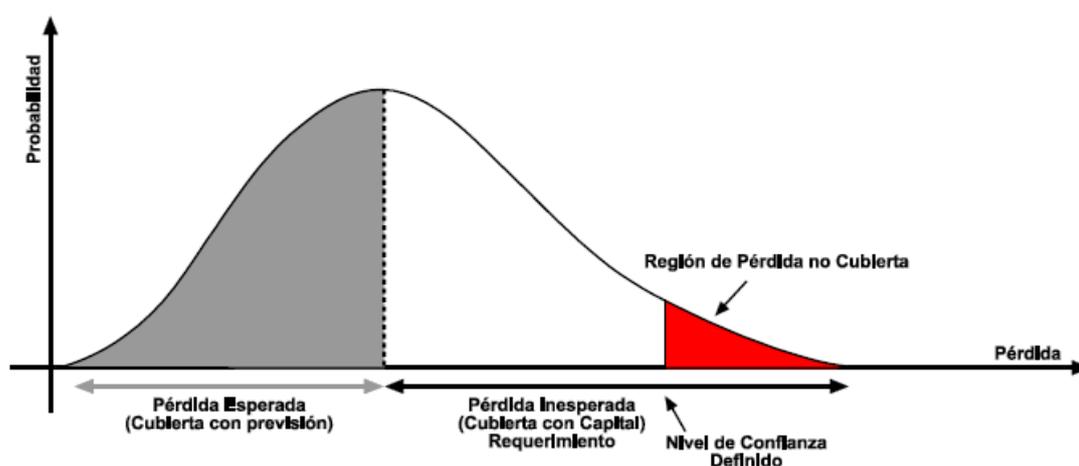
Tras la identificación del riesgo, es importante proceder a clasificar los riesgos que se han detectado. Para ello se pueden definir distintos sistemas de clasificación de riesgos en categorías como: Normal, riesgo bajo, riesgo medio, riesgo alto, irrecuperable, irrecuperable por disposición técnica.

### 3.3.2 Medición del Riesgo de Crédito

En esta etapa, la entidad de intermediación financiera tiene que cuantificar su nivel de exposición a los riesgos de crédito, mercado, liquidez y operacional; considerando todas las operaciones que realiza. Se tiene que tomar en cuenta la frecuencia y el impacto de las pérdidas que podrían ocurrir como consecuencia de la materialización de los eventos adversos pudiendo distinguirse estos en pérdidas esperadas y pérdidas inesperadas. La fase de medición del riesgo de crédito consiste también en cuantificar las pérdidas derivadas de la actividad crediticia.

Las pérdidas por riesgo de crédito se dividen en esperadas e inesperadas; la primera relacionada con el requerimiento de provisiones por incobrabilidad, mientras la segunda con el requerimiento de capital mínimo por riesgo de crédito.

**Gráfico N° IV: Relación entre pérdida esperada e inesperada**



Fuente: Elaboración propia

El comité de Basilea recomienda a las entidades financieras que pueden elegir entre dos alternativas de medición de riesgo y son:

- 1) Método Estándar
- 2) Método basado en calificaciones internas (IRB)<sup>8</sup>

El método basado en calificaciones internas (IRB) se subdivide en método básico y esquema avanzado. La diferencia radica en el hecho que bajo el primer esquema la EIF<sup>9</sup> debe calcular internamente la probabilidad de incumplimiento (PI), este cálculo puede ser realizado utilizando la metodología de matrices de transición mencionadas anteriormente pero deberán utilizar estimaciones suministradas por el regulador con relación de los componentes de riesgo, es decir: Pérdida dado el incumplimiento (PDI) y exposición al momento del incumplimiento (E). A continuación daremos una explicación de las metodologías:

- 1) **Método Estándar.-** Bajo este enfoque, la medición del riesgo de crédito de los activos se realiza en base a calificaciones o ratings externos otorgados por una empresa calificadoras de riesgo<sup>10</sup> de reconocido prestigio internacional. Este método es considerado como una extensión del método utilizado en la actualidad y propuesto en el primer acuerdo de Basilea; se aplica un coeficiente de ponderación en función a la calificación del riesgo.
- 2) **Método basado en calificaciones internas (IRB).-** Este método es más sofisticado que el anterior, porque incorpora nuevos conceptos relacionados con la medición de riesgo de crédito, para aplicar esta metodología las EIF deben cumplir ciertos requisitos mínimos y obligaciones de divulgación. Bajo un esquema de calificaciones internas (IRB) la EIF debe, calcular los componentes de riesgo de una determinada operación y determinar el requerimiento de capital y provisiones correspondientes a esa exposición; estos cálculos deberán ser realizados mediante la utilización de información interna de la EIF debidamente validada.

Bajo el esquema IRB se conocen tres componentes del riesgo de crédito:

- a) Probabilidad de incumplimiento (PI)
- b) Pérdida dado el incumplimiento (PDI)
- c) Exposición al momento del incumplimiento (E)

La probabilidad de incumplimiento (PI) puede ser calculada con la utilización de la metodología matriz de transición, mientras que para otros dos restantes se pueden recurrir a otros mecanismos como de simulación de Monte Carlo para valoración, considerando la disponibilidad de información.

- a) Probabilidad de incumplimiento (PI).- Se refiere a la probabilidad de que un deudor incumpla sus obligaciones con la EIF, es recomendado medir la probabilidad de incumplimiento del deudor utilizando la metodología de matrices de transición. La probabilidad obtenida ex – ante mediante la metodología matrices de transición una predicción estadística basada en variables explicativas del sujeto del crédito en este caso (persona o empresa) y no como en el caso de la frecuencia histórica que es ex – post.

---

<sup>8</sup> IRB (Internal Rating Based Approach). Calificaciones internas, rating.

<sup>9</sup> EIF (Entidad de Intermediación Financiera)

<sup>10</sup> Por ejemplo: Moody's o Estándar & Poor's

- b) Pérdida dado el incumplimiento (PDI).- Estima la pérdida que asume la EIF una vez que se ha producido el evento de incumplimiento; corresponde a la diferencia entre el monto adeudado y el valor presente neto de realización de las garantías que respaldan la operación. Este indicador de severidad mide la pérdida que sufriría la EIF después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos que han sido incumplidos y pueden estimarse como  $1-r$ , donde “r” es la tasa de recuperación calculada de manera porcentual. Se entiende como tasa de recuperación a la relación entre el saldo incumplido, neto de recuperaciones por concepto de capital y otros, el saldo total incumplido; se sugiere que este indicador se mida por tipo de cartera, región geográfica o sector económico.

En el cálculo de la tasa de recuperación se toman los siguientes factores:

- ✓ Fecha de ingreso a incumplimiento.
- ✓ Monto incumplido y valoración de garantías.
- ✓ Tasa para valorar las garantías.
- ✓ Recuperación esperada o proyectada.
- ✓ Recuperación real o efectiva.
- ✓ Fecha de recuperaciones.
- ✓ Costos asociados a las recuperaciones.

Si se toma en cuenta el valor de las garantías como mitigante de la pérdida, dado el incumplimiento, se recomienda imponer un piso es decir un porcentaje mínimo de pérdidas. Este para el seguimiento de las recuperaciones por producto o tipo de cartera.

- c) Exposición al momento del incumplimiento (E).- Es el monto total comprometido por el deudor en el momento en que ocurre el incumplimiento. En consecuencia, su estimación comprende, además de la deuda directa contraída por el deudor, la exposición potencial por operaciones contingentes que podrían convertirse en cartera en el futuro.

### **Cálculo de Pérdidas - Riesgo de Crédito con Enfoque (IRB)**

Una vez efectuado el cálculo de los componentes del riesgo, el siguiente paso es estimar las pérdidas por riesgo de crédito. Estas se dividen en dos:

- ✓ Pérdida Esperada (PE)
- ✓ Pérdida Inesperada (PI)

Una vez obtenida la Probabilidad de Incumplimiento (PI), la pérdida en caso de incumplimiento (PDI) y la exposición (E), se calcula la Pérdida Esperada con la siguiente fórmula:

$$PE = PI * PDI * E$$

Interpretándose que la pérdida esperada es una pérdida media o promedio basada en parámetros de frecuencia (PI) y severidad (PDI), aplicados a la exposición

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

La Pérdida inesperada (PI) es una medida de dispersión respecto a la media de las pérdidas por riesgo de crédito, el cálculo de esta pérdida requiere de un nivel de confianza asociado, puesto que como se menciono anteriormente la pérdida inesperada captura la dispersión alrededor del promedio y al aumentar el nivel de confianza, se pretende cubrir una pérdida potencial severa que se pondría en un nivel muy alejado del promedio.

En las prácticas internacionales relacionadas con la cobertura de pérdidas sugieren que las pérdidas esperadas se cubran a través de la constitución de provisiones; en tanto que las pérdidas inesperadas mediante requerimiento de capital.

### **3.3.3. Monitoreo de Riesgo de Crédito**

Esta labor tiene que involucrar a las instancias de la gestión de riesgos y debe ser entendida como el establecimiento de proceso de control al interior de la entidad financiera, en nuestro caso el banco, el cual tiene que ayudar a corregir deficiencias en las políticas, procesos y procedimientos, para gestionar cada uno de los riesgos. El banco debe establecer mecanismos para el monitoreo de riesgos, a través de procesos que ayuden a detectar y corregir las políticas, procesos y procedimientos; las sanas practicas internacionales han definido que es de responsabilidad del directorio, comité de riesgo, de la alta gerencia y unidad de gestión de riesgos.

### **3.3.4. Control de Riesgo de Crédito**

Una vez identificado y medido el riesgo el siguiente paso será evaluar el funcionamiento de los controles de riesgos, esta actividad se puede realizar proveyendo información, a la alta gerencia de cuáles son las deficiencias. A continuación se proveen algunos lineamientos en relación al proceso de control de riesgo de crédito.

#### **➤ Revisión del nivel de exposición al Riesgo de Crédito:**

Se refiere a que la unidad de gestión de riesgos revisará el nivel de exposición al riesgo de los distintos tipos de cartera de créditos y productos lo cual le permitirá re calcular el nivel de pérdidas esperadas y pérdidas inesperadas como consecuencia se actualizará la calificación de riesgo de cada operación, basada en conceptos de probabilidad de incumplimiento y severidad de la pérdida.

#### **➤ Cumplimiento de límites**

La unidad de gestión de riesgos es la encargada de realizar el monitoreo permanente de los límites de exposición al riesgo y la unidad de auditoría interna encargada de verificar el cumplimiento de los límites de créditos. Por otro lado, es competencia del comité de riesgos proponer modificaciones a los límites de exposición.

### ➤ Validación interna de modelos

El personal de la unidad de gestión de riesgos debe encargarse de realizar el análisis retrospectivo (*backtesting*) de los créditos concedidos mediante modelos desarrollados para la gestión de riesgo de créditos, tales como modelos de transición, con el propósito de verificar el poder predictivo de dichos modelos y, en particular, evaluar la relevancia de las variables explicativas seleccionadas. Estas validaciones se realizarán utilizando la base de datos.

Es importante destacar que la unidad de gestión de riesgos sigue lineamientos de Basilea II:

1. Identificar todos los usos relevantes que se le asigne a los modelos desarrollados por la entidad de intermediación financiera.
2. Emitir opinión sobre la utilidad de tales modelos.
3. Opinar sobre el grado de efectividad y capacidad predictiva de los mismos.

Esta instancia organizacional deberá mantener independencia de quienes harán uso de los modelos y guardar un alto nivel de coordinación de la unidad de auditoría interna.

### 3.3.5. Mitigación del Riesgo de Crédito

La mitigación del riesgo de crédito consiste en la planificación y ejecución de medidas dirigidas a atenuar el efecto de riesgo. La mitigación es el resultado de la aceptación de que no es posible controlar el riesgo de crédito en su totalidad. La forma más tradicional de mitigar el riesgo es a través de la exigencia a los deudores las garantías, colaterales o derivados financieros.

Dentro de las técnicas de mitigación tenemos:

- a) Garantías reales
  - b) Garantías personales y derivados crediticios
  - c) Compensación entre transacciones con una misma contraparte
  - d) Garantías hipotecarias
  - e) Titularización de activos
- a) **Garantías reales:** se reconoce la posibilidad de reducir sus requerimientos de fondos propios con el empleo de garantías reales. En el caso del método estándar, los bancos podrán optar por dos enfoques para reflejar el efecto de tales garantías. Si el banco emplea el método basado en calificaciones internas (IRB), para el tratamiento del riesgo crediticio de su cartera, solo podrá aplicar el enfoque integral.
- b) **Garantías personales y derivados crediticios:** A la parte garantizada se le asigna la ponderación por riesgo del garante o proveedor de protección. Aunque se reconoce la menor probabilidad de concurrencia de un doble impago, no se contempla debido a la dificultad existente para determinar las correlaciones entre obligado y

garante. Para ser aceptada como mitigadora de riesgos, la garantía debe ser directa, explícita, irrevocable e incondicional.

- c) **Compensaciones de balance:** Permite que las entidades financieras que cuenten con acuerdos de compensación jurídicamente exigibles entre préstamos y depósitos puedan calcular los requerimientos de capital sobre la base de los riesgos de crédito netos, sujeto a una serie de condiciones. Los activos (préstamos) se consideran como exposiciones a riesgos y los pasivos (depósitos) como colateral.
- d) **Garantías hipotecarias:** Los créditos garantizados mediante bienes inmuebles difiere del expuesto con carácter general para los garantizados mediante activos financieros, en particular en el método estándar.
- e) **Titularización:** Las entidades financieras deberán aplicar el marco de titularización para determinar los requerimientos de capital regulador correspondientes a las posiciones que surgen de titularizaciones tradicionales o sintéticas o de estructuras similares con elementos comunes en ambas. Dado que las titulaciones se pueden estructurar de diferentes maneras, la exigencia de capital para una posición de titularización debe determinarse a partir de su fundamento económico y no de forma jurídica.

### 3.3.6 Divulgación del Riesgo de Crédito

Otra de las fases del proceso de gestión de riesgo de crédito, es la divulgación que consiste en la distribución de información apropiada al directorio, gerencia, personal así como a interesados externos, tales como: clientes, proveedores, reguladores y accionistas. Esta información puede ser interna o externa, y debe incluir información financiera y operativa. Con relación a la divulgación externa debe estar sujeta a disposiciones emitidas por el órgano regulador.

De este modo la divulgación de la información de riesgos permite mejorar la precisión de las previsiones de beneficio, otra ventaja que atribuye es la influencia en la disminución del coste de capital. Es por ello que la presentación de información sobre riesgo va permitir a los inversores reducir la incertidumbre sobre aquellos a que están expuestas las empresas, disminuyendo por ende el spread (prima por encima de los niveles exigidos por el sector) requerido por los proveedores de capital en sectores donde no existe una información adecuada para valorar el riesgo. En este sentido es que mayores niveles de divulgación de información llevan aparejados bajos reducciones en coste de capital.

## 3.4. Desarrollo de la Metodología

### 3.4.1. Matrices de Transición, herramienta de riesgo

Las matrices de transición empezaron a utilizarse como una herramienta para medir el riesgo desde 1997. Desde entonces, se han convertido en uno de los modelos más utilizados debido a su fácil implementación.

Una matriz se puede decir que es un arreglo de números reales, ordenados en filas  $i$  y columnas  $j$  de tal manera que las mismas conformen una matriz cuadrada  $P_{ij}$ , es decir igual número de filas y de columnas. Y la probabilidad de transición  $P_{ij}$  como la posibilidad de que un mismo emisor de un bono o un prestatario de un crédito con calificación crediticia  $i$  pueden migrar o moverse a otra calificación crediticia  $j$  en un horizonte de tiempo dado. Por lo anterior, es posible construir una matriz de transición  $T$  con  $i$  filas y  $j$  columnas, de tal manera que satisfagan las siguientes condiciones:

- a) Todos los elementos de la matriz son no negativos, es decir  $p_{ij} \geq 0$ .
- b) La suma de los elementos de cada fila es igual a la unidad; es decir:

$$\sum P_{ij} = 1 \text{ para todo } i \text{ y para todo } j$$

Este se deriva de un concepto matemático muy utilizado llamado cadenas de Márkov. Si  $T$  es una matriz de transición anual, entonces las entradas de ésta,  $P_{ij}$  representan la fracción de créditos con calificación  $i$  que tienen un año después calificación  $j$ .

### Cuadro N° I: Matriz de Transición

	Categoría después de un año							
Categoría inicial	1	2	3	...	...	...	...	i (Default)
1	$P_{11}$	$P_{12}$	$P_{13}$					$P_{1j}$
2	$P_{21}$	$P_{22}$	$P_{23}$					$P_{2j}$
3	$P_{31}$	$P_{32}$	$P_{33}$					$P_{3j}$
...								
...								
i-1	$P_{(i-1)1}$	$P_{(i-1)2}$	$P_{(i-1)3}$					
i (Default)	0	0	0					1

Fuente: Elaboración propia

Las matrices de transición también pueden elaborarse de manera mensual, bimestral, trimestral o semestral, se puede adaptar a la necesidad de la cartera. Siendo por ejemplo el caso de un matriz mensual, es necesario encontrar una matriz  $T$  tal que  $T^{12}$  sea igual a  $T$ ; equivalente sería  $T^{1/12}$ .

Esta es una principal herramienta para determinar la probabilidad de que un crédito con una calificación determinada cambie de clasificación crediticia durante un período específico. Esta es una probabilidad de migración en calidad de un crédito.

### **3.5. Interpretación de una Matriz de Transición por Calificaciones**

La matriz consta de 3 partes:

- 1) La primera columna a la izquierda representa la escala de calificaciones de inicio del período, esté de acuerdo a la situación de cada acreedor pudiendo ser calificados como: A, B, C, D, E, F (según los días de mora).
- 2) La primera fila superior contiene la misma escala de calificaciones pero representa la calificación final.
- 3) La intersección de ambas representa el porcentaje de calificación, las mismas pueden aumentar, disminuir o mantenerse.

Podemos desarrollar el siguiente ejemplo práctico para su mejor comprensión:

**Cuadro N° II: Matriz de Calificaciones**

<b>Calificación</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>F</b>	
<b>A</b>	100%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
<b>B</b>	27%	73%	0%	0%	0%	0%	100%
<b>C</b>	0%	0%	90%	10%	0%	0%	100%
<b>D</b>	0%	0%	19%	61%	20%	0%	100%
<b>E</b>	0%	0%	0%	0%	55%	45%	100%
<b>F</b>	0%	0%	0%	0%	49%	51%	100%

Fuente: Elaboración propia

- ✓ La diagonal de matriz representa los porcentajes de calificaciones que mantuvieron la misma calificación.
- ✓ Las celdas por debajo de la diagonal principal representa los porcentajes de calificaciones que aumentaron la calificación.
- ✓ Las celdas por encima de la diagonal principal representan los porcentajes de calificaciones que disminuyeron la calificación.

El Banco Central de la República Argentina en la última comunicación “A” 5740, texto ordenado al 15 de abril del 2015, dispone que las entidades financieras deberán realizar un análisis de la cartera que asegure una correcta calificación financiera de cada deudor, esto deberá realizarse de manera periódica de acuerdo a la necesidad de cada cartera en particular, como mínimo cada trimestre calendario. La clasificación de los deudores deberá efectuarse con una periodicidad de manera tal que atienda las necesidades del ente, tarea a desarrollar por expertos en la materia quienes además deberán establecer las previsiones mínimas por riesgo de incobrabilidad. Con respecto a la clasificación el BCRA hace la siguiente clasificación por días de mora, que las entidades financieras deberán respetarla.

### Cuadro N° III: Clasificación días de mora

Clasificación	Días de mora
Situación 1 – Normal	Hasta 31 días
Situación 2 - Riesgo Bajo	Más de 31 y hasta 90 días
Situación 3 - Riesgo Medio	Más de 90 y hasta 180 días
Situación 4 - Riesgo Alto	Más de 180 días y hasta 365 días
Situación 5 – Irrecuperable	Más de 365 días
Situación 6 – Irrecuperable por disposición técnica	Situaciones particulares

Fuente: Elaboración propia en base al BCRA

#### i) Teoría de las Cadenas de Márkov

Llevan el nombre de cadenas de Markov por su creador Andrei Andreevitch Márkov, quien nació en Ryazan (Rusia) el 14 de junio de 1856 y murió el 20 de julio de 1922. En el año 1907 introdujo por primera vez las cadenas de Markov en un artículo sobre la ley de los grandes números.

Las cadenas de Markov nacen de la teoría de la probabilidad. Markov nunca intento aplicarlas a las ciencias, sino que las aplico en textos literarios, los dos estados posibles o el espacio muestral eran vocal o constante. Realizó un estudio de la alternancia de vocales y consonantes en el libro del gran poeta ruso Pushkin titulado “Eugene Onegin”. Se graduó de la Universidad de San Petersburgo en 1878, inició la docencia en la misma universidad desde 1880 a 1905, retirándose a los 50 años con el fin de dar paso a matemáticos más jóvenes. Después de 1900 aplicó el método de fracciones continuadas, del que fue pionero su profesor Pafnuty Chebyshev a la teoría de probabilidad.

Se interesó enormemente en la probabilidad, en teoría de números, fracciones continuadas, teoría de aproximación, series de convergencia, secuencia de variables mutuamente dependientes y límites de integrales. Pero su aporte más importante fue los componentes aleatorios (procesos estocásticos)<sup>11</sup>.

“Las cadenas de Márkov son una herramienta para analizar el comportamiento y el gobierno de determinados tipos de procesos estocásticos, esto es, procesos que evolucionan en forma no determinística a lo largo del tiempo en torno a un conjunto de estados”.<sup>12</sup>

Es decir la cadena de Márkov varía a lo largo del tiempo y cada cambio es una transición del sistema. Cuyos cambios no están predeterminados, aunque si lo es la probabilidad del próximo estado en función a estados anteriores, probabilidad constante a lo largo del tiempo.

#### ii) Concepto de Probabilidad de Incumplimiento o Default

<sup>11</sup> Actualmente se lo conoce como cadenas de Markov: secuencia de valores una variable aleatoria, donde el valor de la variable futura depende del valor de la variable presente.

<sup>12</sup> <https://investigaciondeoperaciones2.wordpress.com/category/cadenas-de-markov/>

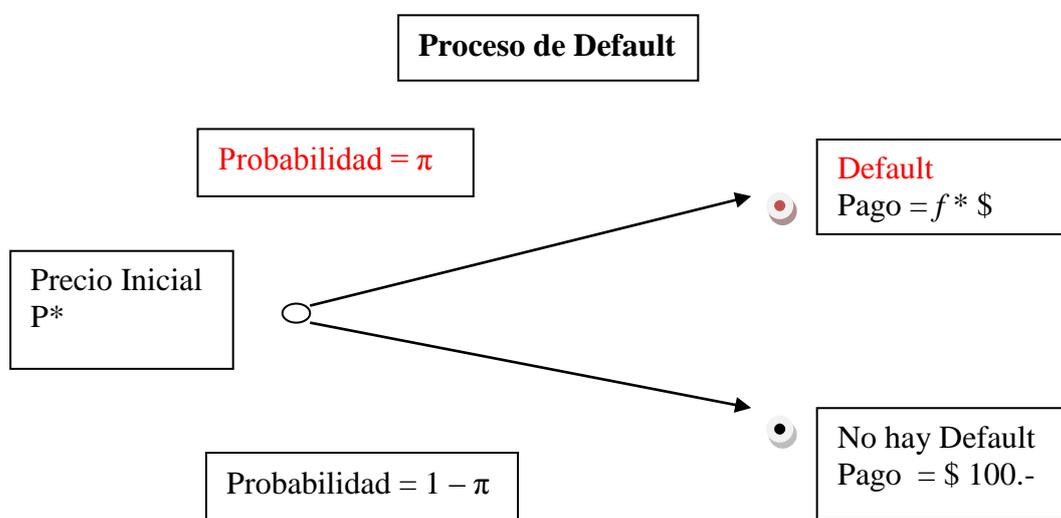
La probabilidad de incumplimiento o default es muy importante para evaluar el riesgo de crédito ya que de ello depende la calificación del cliente deudor.

Generalmente un crédito sufre varias alteraciones en el transcurso del tiempo como por ejemplo pueden haber ajustes por tipo de cambio, ajustes por tasa de interés; pudiendo alterar las condiciones de pago pactadas, como en el caso de créditos hipotecarios que al ser a largo plazo son más susceptibles de que ocurran alteraciones en las condiciones de pago pactadas y pueden caer en incumplimiento.

Tales incumplimientos empiezan a ser más relevantes después de cierto tiempo desde el impago, el BCRA<sup>13</sup> recomienda una revisión mensual y realizar la correspondiente reclasificación del deudor de acuerdo al incumplimiento; con mayor razón para aquellos deudores que hayan sido refinanciados, estos no podrá mejorar su calificación si registran un atraso mayor a 31 días en el pago.

Todos los bancos cuentan con provisiones por créditos incobrables. Aunque en la mayoría de los casos el banco es capaz de ejecutar al cliente de manera judicial y hacer efectivo su cobro con intereses de mora. Siendo así la entidad bancaria no registraría pérdida por incumplimiento o (default). En el contexto de modelos académicos de riesgo de crédito encontramos diferentes definiciones al respecto:

Se entiende por incumplimiento del prestatario al no pago de los montos adeudados de capital e intereses dentro del período determinado de tiempo.



$$P^* = \frac{100}{(1+i^*)} = \left[ \frac{100}{(1+i)} \right] (1 - \pi) + \left[ \frac{f \cdot 100}{(1+i)} \right] \pi$$

$$\frac{(1+i)}{(1+i^*)} = 1 - \pi + f\pi$$

$$1 - \frac{(1+i)}{(1+i^*)} = \pi \cdot f\pi$$

<sup>13</sup> Banco Central de la República Argentina.

$$\pi = \frac{(i^* - i)}{(1+i^*)(1-f)}$$

Donde:

- $\pi$  = es la probabilidad de default
- $f$  = es la tasa de recupero en caso de default
- $i$  = es la tasa de interés libre de riesgo
- $i^*$  = la tasa de interés aplicada a la operación
- $P$  = es el precio de mercado
- $VN$  = valor nominal o flujo de fondos

### 3.5.1 Definición de Matriz de Transición

Una matriz de transición para una cadena de Márkov de  $n$  estados en una matriz de  $n \times n$  con todos los registros no negativos, con la propiedad adicional de que la suma de los registros de cada columna (o fila) es 1<sup>14</sup>.

A manera práctica desarrollaremos un ejemplo práctico a continuación:

Vamos a considerara únicamente dos situaciones de incumplimiento, Situación 1, Normal y Situación 2, Riesgo Bajo.

**Cuadro N°IV: Ejemplo de incumplimiento**

Calificación	Situación 1	Situación 2	$\Sigma$
Normal	0,70	0,30	1
Riesgo Bajo	0,20	0,80	1

Fuente: Elaboración Propia

Significa que la probabilidad de que un deudor que este en situación 1, normal y que se quede en la misma situación es de un 70%, es decir que la probabilidad de que un deudor pase de la situación 1 a la situación 2 es del 30%. En cambio aquel deudor que se encuentra en situación 2, la probabilidad de que siga en la misma situación es de un 80%, a su vez la probabilidad de que este se recupere en el pago es del 20%.

#### iii) Cadenas de Márkov Regulares

Una matriz de transición  $T$  es **regular** si para algún entero “ $m$ ”  $T^m$  no tiene registros cero. Una cadena de Márkov que tenga una matriz de transición regular se llama cadena regular.

#### iv) Probabilidad de Transición en la N-ésima Etapa

<sup>14</sup> <http://investigaciondeoperaciones2markov.blogspot.com.ar/2011/03/concepto-de-cadena-de-markov-las.html>

Suponga que se está estudiando una cadena de Márkov con una matriz de probabilidad de transición conocida  $P$  (puesto que con las cadenas que se trabajaran son estacionarias, no nos molestaremos en marcar nuestras cadenas de Márkov como estacionarias). Una pregunta de interés es: Si una cadena de Márkov está en el estado  $i$  en tiempo  $m$ , ¿Cuál es la probabilidad de que  $n$  períodos después la cadena esté en el estado  $j$ ? Puesto que se trata de una cadena de Márkov estacionaria, esta probabilidad es independiente de  $m$ , así que se podría escribir:

$$P(X_{m+n} = j | X_m = i) = P(X_n = j | X_0 = i) = P_{ij}(n)$$

Donde  $P_{ij}(n)$  se llama probabilidad del  $n$ -ésimo paso de una transición del estado  $i$  al estado  $j$ . Resulta claro que  $P_{ij}(1) = P_{ij}$  para determinar  $P_{ij}(2)$ , observe que si el sistema ahora está en estado  $i$ , entonces para que el sistema termine en el estado  $j$  dos periodos a partir de ahora, se debe ir del estado  $i$  a algún estado  $k$  y luego del estado  $k$  al estado  $j$ .

Este razonamiento nos permite escribir:

$$P_{ij}(2) = \sum_{k=1}^n (\text{Probabilidad de transición de } i \text{ a } k) \times (\text{Probabilidad de transición de } k \text{ a } j)$$

Usando la definición de  $P$ , la matriz de probabilidad de transición, se reescribe la última ecuación como:

$$P_{ij}(2) = \sum_{k=1}^n P_{ik} P_{kj}$$

El lado derecho de la anterior fórmula es sólo el producto escalar del renglón  $i$  de la matriz  $P$  con la columna  $J$  de la matriz  $P$ . Por consiguiente,  $P_{ij}(2)$  es el  $ij$ -ésimo elemento de la matriz  $P^2$ . Al ampliar este razonamiento, se puede demostrar que para  $n > 1$ ,

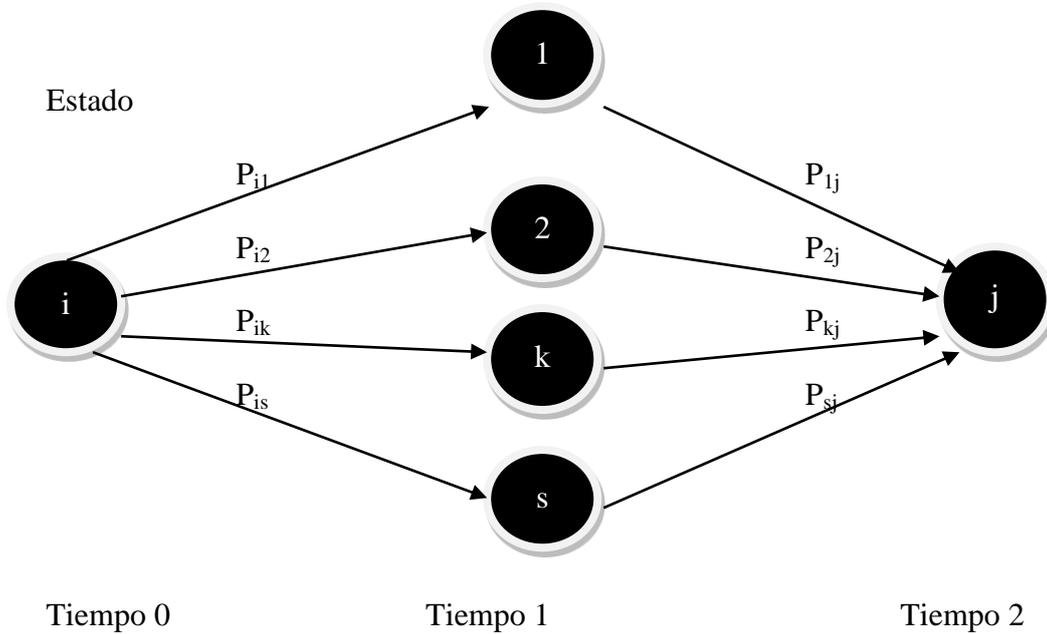
$$P_{ij}(n) = \text{ij-ésimo elemento de } P^n$$

Por supuesto, para  $n = 0$ ,  $P_{ij}(0) = P(X_0 = j | X_0 = i)$ , así que se debe escribir:

$$(0) = \begin{bmatrix} 1 & = \\ 0 & \neq \end{bmatrix}$$

**Gráfico N° V: Ilustración gráfica de la ecuación**

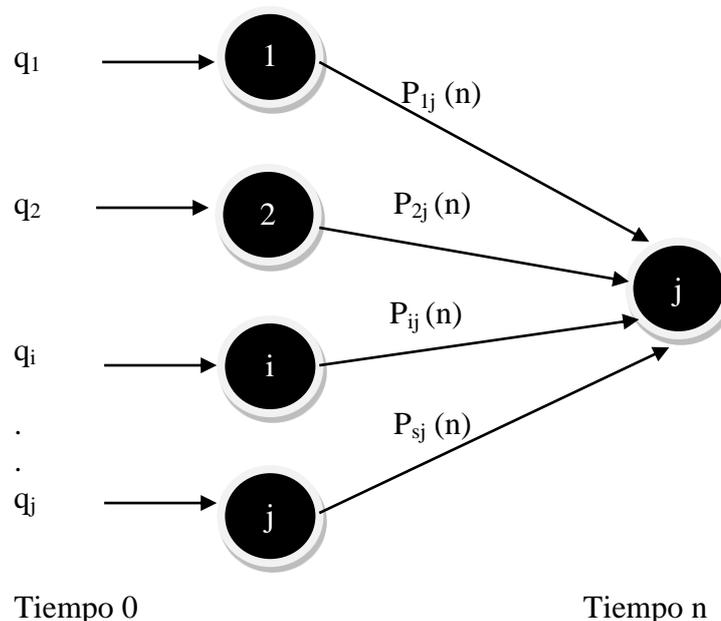
$$P_{ij}(2) = P_{i1}P_{1j} + P_{i2}P_{2j} + \dots + P_{is}P_{sj}$$



Fuente: Elaboración Propia

En muchas situaciones, en el proceso no se conoce el estado de la cadena de Márkov en el tiempo 0, sea que; la probabilidad de que la cadena esté en el estado *i* en tiempo 0. Entonces se puede determinar la probabilidad de que el sistema está en el estado *i* en el tiempo *n* por medio del sistema del siguiente razonamiento:

**Gráfico N° VI: Determinación de la probabilidad**



Fuente: Elaboración propia

$$\begin{aligned}
 & \text{Probabilidad de estar en el estado } j \text{ en el tiempo } n \\
 & = \\
 & = \sum_{i=1}^n (\text{Probabilidad de que el estado sea originalmente } i) \\
 & \quad \times (\text{probabilidad de ir de } i \text{ a } j \text{ en } n \text{ transiciones}) \\
 & = \\
 & = \sum_{i=1}^n q_i P_{ij}(n) \\
 & = q \text{ (columna } j \text{ de } P^n)
 \end{aligned}$$

Donde  $q = (q_1 \ q_2 \ \dots \ q_s)$

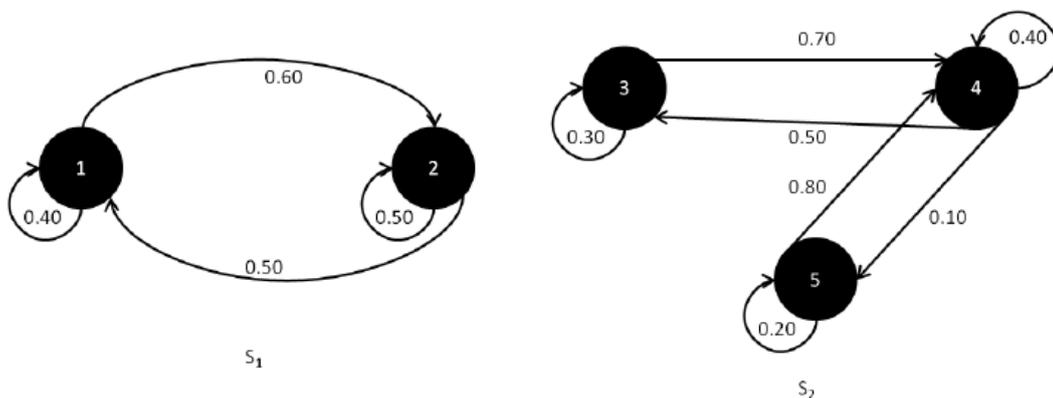
### 3.6. Clasificación de los Estados en una Cadena de Márkov

Después de muchas transiciones, las probabilidades de transición del  $n$ -ésimo paso tienden a estabilizarse. Antes de poder analizar esto con más detalle, es necesario estudiar cómo los matemáticos clasifican los estados de una cadena de Márkov. Se utiliza la siguiente matriz de transición para ilustrar la mayor parte de las definiciones siguientes:

$$= \begin{pmatrix} 0,4 & 0,6 & 0 & 0 & 0 \\ 0,5 & 0,5 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0,3 & 0,7 & 0 \\ 0 & 0 & 0,3 & 0,7 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0,8 & 0,2 \end{pmatrix}$$

Dado estados  $i$  y  $j$ , una trayectoria de  $i$  a  $j$  es una secuencia de transiciones que comienza en  $i$  y termina en  $j$ , tal que cada transición en la secuencia tiene una probabilidad positiva de ocurrir. Un estado  $j$  es alcanzable desde  $i$  si hay una trayectoria que conduzca de  $i$  a  $j$ .

**Gráfica N° VII: Representación gráfica de la Matriz de Transición**



Fuente: Elaboración propia.

Definición: Se dice que dos estados  $i$  y  $j$  se comunican si  $j$  es alcanzable desde  $i$ , e  $i$  es alcanzable hasta  $j$ .

Para la matriz de probabilidad de transición  $P$ , representada en la anterior figura, el estado 5 es alcanzable desde el estado 3 (vía trayectoria 3-4-5), pero el estado 5 no es alcanzable desde el estado 1 (no hay trayectoria de 1 a 5; también los estados 1 y 2 se comunican (se puede ir de 1 a 2 y de 2 a 1)).

Definición: Un conjunto de estados  $S$ , en una cadena de Markov, es un conjunto cerrado si ningún estado fuera de  $S$  es alcanzable desde algún estado  $S$ .

De la cadena de Markov con matriz de transición  $P$  en la anterior figura  $S_1 = [1, 2]$  y  $S_2 = [3, 4, 5]$  son conjuntos cerrados. Observe que una vez que se entra a un conjunto cerrado nunca se puede salir de él. En la anterior figura ningún arco comienza en  $S_1$  y termina en  $S_2$  o bien, comienza en  $S_2$  y termina en  $S_1$ .

Definición: Un estado  $i$  es un **estado absorbente** si  $P_{ij} = 1$

Siempre que se entre a un estado absorbente, nunca se saldrá de él, por supuesto, un estado absorbente es un conjunto cerrado que contiene solo un estado.

Definición: Un estado  $i$  es un **estado transitorio**, si existe un estado  $j$  que es alcanzable desde  $i$ , pero el estado  $i$  no es alcanzable desde el estado  $j$ .

En otras palabras un estado  $i$  es transitorio si hay una forma de salir de estado  $i$  que nunca regresa al estado  $i$ .

### **3.7. Multiplicación de Matrices**

A partir de una matriz de transición  $T$ , se puede determinar matrices  $T^1$ ,  $T^2$ ,  $T^3$ ...  $T^n$ , a través de la multiplicación de matrices que se pueden generar para un periodo determinado o requerido, una manera de realizar la multiplicación de matriz es utilizando Excel con la función MMult.

Se define entonces producto de una matriz fila por una matriz columna del mismo número de elementos como: “*la matriz cuyo único elemento es la suma de los productos obtenidos al multiplicar los términos correspondientes*”.<sup>15</sup>

Para determinar una matriz de transición, se tiene que multiplicar la matriz inicial por sí misma es decir  $(T \times T)$ , como resultado obtendremos la matriz de transición  $T^2$ , para generar una matriz de transición  $T^3$ , se multiplica la matriz de transición  $T^2 \times T$ , como resultado vamos a obtener la matriz  $T^3$ .

$$\begin{aligned}T^2 &= T \times T \\T^3 &= T \times T^2 \\T^n &= T \times T^{n-1}\end{aligned}$$

---

<sup>15</sup> Algebra con aplicaciones a ciencias económicas, capítulo II pág. 119

### **3.8. Valor en Riesgo (Value at Risk - VaR)**

Es un modelo de estadística descriptiva muy útil para entidades financieras. Esta metodología ha sido ampliamente difundida, aplicada a distintos tipos de activos, fundamentalmente financieros, ya que este mide la exposición al riesgo con cierta probabilidad y nivel de confianza durante un determinado período de tiempo. Formalmente cuantifica la posible pérdida, de acuerdo al grado de riesgo que se quiera asumir en un horizonte de tiempo.

Este método fue desarrollado por matemáticos y estadísticos como JP Morgan a principios de los años 90, y fue adaptado rápidamente por firmas financieras de Wall Street gracias al éxito inicial y a su simplicidad en la aplicación. Modelos más utilizados como: CreditMetrics y CreditRisk, pretenden adaptar la teoría del portafolio al mercado crediticio, es decir, construyen carteras de crédito para incorporar el factor de diversificación en la medición del riesgo de crédito como se hace comúnmente con el riesgo de mercado, obteniendo como resultado una medida de Valor en Riesgo (VaR).

El Valor en Riesgo es un intento de proporcionar a los directores una sola cifra que resuma el riesgo total de una cartera de activos financieros. Su uso se ha extendido entre los tesoreros corporativos, administradores, los gobernadores de bancos, para determinar el capital que requiere un banco a fin de enfrentar los riesgos que asume.

Para el cálculo del riesgo de mora o default, es importante definir los tipos de préstamos que otorgan las entidades financieras.

El portafolio de renta fija se lo puede dividir en dos grandes grupos:

- 1.- Bonos, obligaciones negociables y préstamos a entidades calificadas o susceptibles de calificación de crédito.
- 2.- Prestamos personales, prendarios, hipotecarios, etc.

En el primer caso, las calificadoras de riesgo deben emitir una calificación del deudor en el momento de la emisión de las obligaciones, con el compromiso de mantener al deudor calificado hasta el vencimiento del producto emitido. A partir de dicha calificación se utiliza una matriz de transición o proceso de Markov a efectos de obtener la probabilidad de default del deudor en un periodo dado. Cuyo cálculo está basada en dos pilares a) la calificación del deudor<sup>16</sup> y b) la confección de la matriz de transición<sup>17</sup>.

---

<sup>16</sup> Para nuestro ejemplo ver cuadro N°V días de mora.

<sup>17</sup> Para nuestro ejemplo obtenemos el cuadro N° VI matriz de transición por número de clientes

### 3.8.1. Fundamentos del Valor en Riesgo (VaR)

La gestión de riesgos es fundamental para cualquier empresa cuya rentabilidad del negocio este íntimamente ligada a los riesgos que asume . Cualquier entidad financiera necesita identificar, valorar y cuantificar su exposición al riesgo, optimizando al mismo tiempo la rentabilidad, que se traslada directamente al cliente mediante unos precios más competitivos y generación de mayores beneficios.

Los expertos en administración de riesgos lo comparan con la velocidad de un coche. Si no aceleramos nunca seremos capaces de abandonar el garaje y llegar al destino deseado. Con lo cual es necesario un velocímetro para medir la velocidad y, entre otras cosas evitar ser multados o tener algún accidente.

El Valor en Riesgo (VaR) es una de las herramientas más utilizadas por los gerentes de riesgo. Su medición tiene fundamentos estadísticos y el estándar de la industria financiera es calcular el Valor en Riesgo (VaR) con un nivel de significancia que va de entre el 99%, 95% y 90%. Por lo general el ente regulador bancario, bajo el acuerdo de Basilea II, exige un nivel de significancia del 99%. En caso de no haber entes reguladores, el nivel de significación dependerá de la actitud hacia el riesgo del usuario: cuando es más adverso al riesgo entonces será bajo el nivel de significación elegido.

### 3.8.2 Ámbito de aplicación del modelo

Dentro de las actividades que se encuentra la aplicación de los modelos podemos mencionar:

- Aprobación del crédito: Análisis para el otorgamiento de crédito; son comúnmente utilizados en créditos al consumo (tarjeta de crédito, créditos personales, créditos para la adquisición de automóviles, etc.) y créditos a pequeñas y medianas empresas (PYMES) o personas físicas con actividad empresarial, generalmente son por montos reducidos.
- Determinación de calificación de crédito: Se utilizan modelos cuantitativos para calificar créditos comerciales; estas calificaciones son empleadas como insumo para establecer límites a la cartera o bien, límites para la otorgación de créditos.
- Asignación de precio de los créditos: Los modelos de riesgo de crédito pueden ser empleados para asignar un precio por riesgo a los créditos a partir de la probabilidad de pérdida y su tamaño al presentarse el incumplimiento; se utilizan generalmente para las compras y ventas de cartera crediticia.
- Generación de alertas tempranas: se utilizan modelos de simulación para estimar el comportamiento de la cartera dado un escenario específico esperado y facilitar la implementación de medias correlativas.
- Estrategias de cobranza: se pueden emplear los modelos para decidir la mejor estrategia de cobranza o de recuperación de cartera conocido en ingles como: “workout.”

Es importante aclarar que cada entidad financiera adoptará medidas para poder prever y cuantificar su exposición al riesgo, dependiendo de sus necesidades.

### 3.8.3 Cálculo del Valor en Riesgo (VaR)

Un portafolio o una cartera están compuestos por posiciones activas y pasivas que son afectadas por factores de riesgo.

Estas posiciones tiene un Valor en Riesgo (VaR) que depende de la volatilidad de los factores de riesgo que las afectan. En teoría, los portafolios están contruidos de tal manera, que la relación entre los instrumentos que los componen hacen que el riesgo agregado sea menor que la suma de los riesgos individuales.

De lo anterior, la contribución de cada posición al riesgo del portafolio depende de la relación entre los diferentes factores de riesgo que lo componen.

Antes de entrar en detalle del cálculo del Valor en Riesgo (VaR), es preciso destacar dos parámetros necesarios:

- ✓ Horizonte de tiempo ( $t$ )
- ✓ Nivel de confianza  $(1-\alpha)\%$

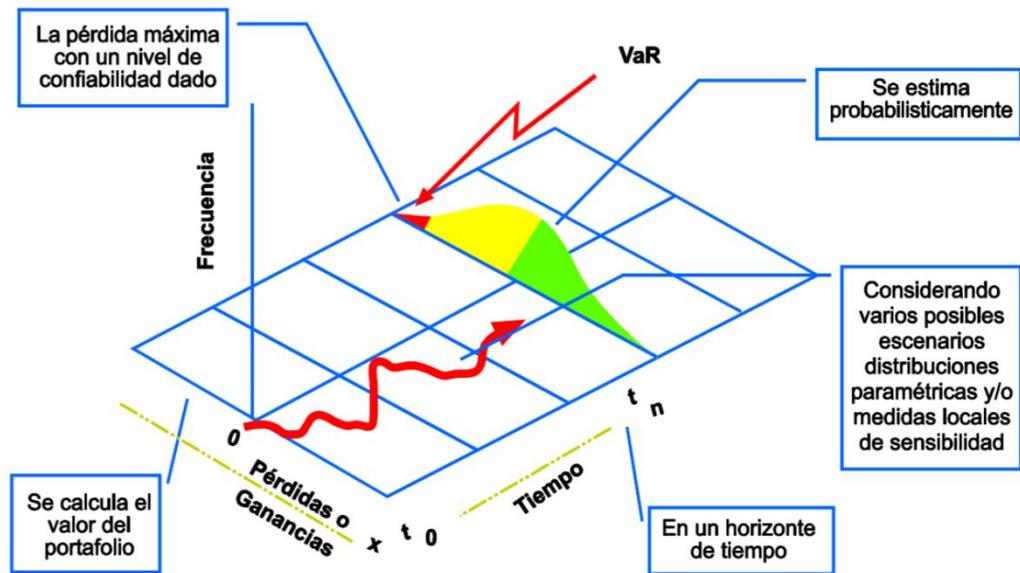
El horizonte de tiempo es escogido dependiendo del uso que se le vaya a dar a esta medida. Podemos dar un ejemplo, si calculamos el Valor en Riesgo (VaR) para una cartera muy activa que maneja un gran volumen en tan solo un par de horas, entonces el horizonte de tiempo estará dado en horas, sin embargo si estamos analizando un fondo de pensiones donde el horizonte de tiempo puede de ser hasta de un año, es muy importante destacar que el horizonte de tiempo puede afectar el modelo y los supuestos que se emplean al momento del cálculo del Valor en Riesgo (VaR).

Determinación del nivel de confianza:

El nivel de confianza es la probabilidad a priori de que el intervalo de confianza a calcular contenga el verdadero valor del parámetro. Dado por  $1-\alpha$  generalmente se mide en porcentaje.

Hablamos de nivel de confianza y no de probabilidad, ya que una vez extraída la muestra, el intervalo de confianza contendrá el verdadero valor del parámetro o no; lo que sabemos es que, si repitiésemos el proceso con muchas muestras, podríamos afirmar que el  $(1-\alpha)\%$  de los intervalos así contruidos contendría el verdadero valor del parámetro. Los valores que se suelen utilizar para el nivel de confianza son del 90%, 95% y 99%.

**Gráfico N° VIII: Valor en Riesgo (VaR)**



Fuente: Elaboración propia

### Fórmula para desarrollar Valor en Riesgo (VaR)

$$\text{VaR} = \sigma_{\text{anual}} * \sqrt{h} * W_0 * Z\alpha$$

Donde:

$\sigma_{\text{anual}} * \sqrt{h}$  = Es el desvío % para horizonte deseado

$W_0$  = Valor monetario de la cartera

$Z\alpha$  = Factor asociado a la distribución de retornos que transforma el desvío estándar en percentil (a cierto nivel de confianza).

Es una técnica paramétrica<sup>18</sup> porque son valores esperados de una serie histórica que analizaremos, paramétrica puesto es necesario disponer de parámetros que estemos analizando.

Pasos para el cálculo:

- 1.- Se calcula el valor de la cartera.
- 2.- Se mide la variabilidad del factor de riesgo, con enfoques: paramétricos y no paramétricos.
- 3.- Establecer el horizonte y nivel de confianza.
- 4.- Reportar la pérdida potencial.

<sup>18</sup> Es un proceso de diseño basado en un esquema a logarítmico que permite expresar parámetros y reglas.

### 3.8.4. Ventajas y Desventajas de (VaR)

A continuación mencionamos las ventajas y desventajas de la metodología (VaR):

#### ➤ **Ventajas del Valor en Riesgo (VaR)**

- Agregación y simplificación.
- Modelo simple y de fácil interpretación de resultados.
- Permite su seguimiento en el tiempo.
- Mide distintos riesgos no solo el de crédito.
- Ampliamente aceptado y difundido.
- Normado en Basilea II, fue propuesto por JP Morgan a partir de 1994.
- Aplicación a corto plazo.

#### ➤ **Desventajas del Valor en Riesgo (VaR)**

- Hipótesis poco realista debido a que asumimos como normalidad el promedio de pérdida.
- Demasiada dependencia del comportamiento histórico.
- Análisis estático y el riesgo es dinámico.
- No representa el peor escenario posible.

## **3.9. Análisis y aplicación de la metodología**

En este punto se utilizará la metodología IRB – Matrices de transición aplicados a una determinada cartera, en nuestro ejemplo que vamos a profundizar y analizar, dentro del activo financiero de un banco, una cartera de préstamos para consumo, tomando como base los días de mora de la cartera y su probabilidad de transición o de migrar de un estado inicial a otro en un horizonte de tiempo de doce meses.

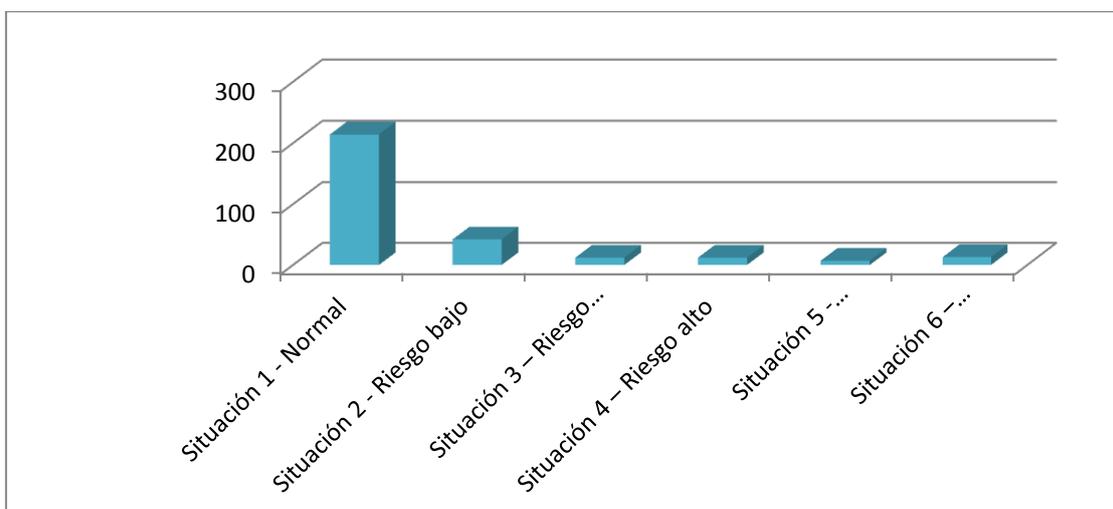
En primer lugar, aclarar que en nuestra muestra tomamos un número de 300 operaciones de clientes en nuestra cartera de créditos por consumo a un plazo de cinco años y con garantías prendaria. A continuación realizamos una clasificación de los clientes.

**Cuadro N° V: Clasificación de clientes**

Clasificación	N° Clientes
Situación 1 - Normal	214
Situación 2 - Riesgo bajo	42
Situación 3 – Riesgo medio	12
Situación 4 – Riesgo alto	12
Situación 5 - Irrecuperable	7
Situación 6 – Irrecuperable por disposición técnica	13
<b>Total</b>	<b>300</b>

Fuente: Elaboración propia

### Grafico N° IX: Representación Gráfica de Clientes



Fuente: Elaboración propia (datos extraídos del cuadro N° V)

De un total de 300 clientes observamos que en el año 0, tenemos “214” clientes que se encuentran en Situación 1, “42” clientes se encuentran en Situación 2, “12” clientes se encuentran en Situación 3, “12” clientes se encuentran en Situación 4, “7” clientes que se encuentran en Situación 5 y por último “13” clientes se encuentran en Situación 6.

#### 3.9.1 Construcción de la matriz de transición

Para desarrollar este ejemplo, hemos procedido a construir una muestra de 300 operaciones realizadas en una cartera de crédito por consumo a cinco años plazo; la misma nos muestra los días de mora de cada cliente<sup>19</sup> en un período que abarca del 31 de agosto del 2016 al 31 de julio del 2017 (período que estará clasificado en doce meses). Utilizaremos esta base para la construcción de nuestra matriz de transición y posteriormente encontraremos el punto de default por mora.

Nuestro horizonte de transición será de once meses puesto que compararemos respecto el estado inicial<sup>20</sup>, dentro de los cuales observaremos vectores<sup>21</sup> que se clasifican por los días de mora, para posteriormente realizar un análisis de la evolución y el comportamiento de cada una de las operaciones respecto el período inicial. Estos vectores que van desde agosto del 2016 hasta julio del 2017, observaremos cómo han evolucionado cada una de las operaciones en este período, veremos si han tomado medidas respecto a las políticas y además encontraremos el punto de default por mora.

Es importante aclarar que tomamos un segmento de operaciones con similares características es decir homogéneo, para poder comparar.

<sup>19</sup> Ver Anexo N° 1

<sup>20</sup> Resaltado en amarillo en Anexo N°1

<sup>21</sup> Los vamos a denominar vectores a cada uno de los meses en nuestro ejemplo de Anexo N°1

### 3.9.2 Clasificación de Operaciones-Días de Mora

A continuación realizaremos la categorización por los días de mora que presentan cada una de las obligaciones. Esta propuesta nos ayudará a categorizar por días de mora respecto de nuestra cartera inicial.

**Cuadro N° VI: Días de mora**

INI/FIN	LIMITE INFERIOR	CATEGORÍA
AL DÍA	0	000-000
1 - 30 Días	1	001-030
31 -60	31	031-060
61 – 90	61	061-090
91-120	91	091-120
121-150	121	121-150
151-180	151	151-180
181-210	181	181-210
211-240	211	211-240
241-270	241	241-270
271-300	271	271-300
301-330	301	301-330
331-360	331	331-360
>360	361	Mayor a 360

Fuente: Elaboración propia

Esta categorización puede variar respecto de la cartera que estemos analizando, puesto que no es lo mismo analizar un crédito a 5 años plazo que un crédito a 30 días, se pueden ajustar los plazos de acuerdo a la necesidad de una cartera.

En nuestro supuesto lo vamos a clasificar en catorce estados diferentes según los días de mora de nuestra cartera. Aquellos clientes que estén al día en sus pagos nos mostrará un estado de 000-000; clientes que estén con un atraso de entre 1 día y hasta 30 será categorizado como 001-030; clientes con un atraso de entre 31 y hasta 60 días será categorizado como 031-060; clientes con un atraso de entre 61 días y hasta 90 días será categorizado como 061-090; clientes con un atraso de entre 91 días y hasta 120 días será categorizado como 091-120; clientes con un atraso de entre 121 días y hasta 150 será categorizado como 121-150; clientes con un atraso de entre 151 días y hasta 180 será categorizado como 151-180; clientes con un atraso de entre 181 días y hasta 210 días será categorizado como 181-210; clientes con un atraso de entre 211 días y hasta 240 días será categorizado como 211-240; clientes con un atraso de entre 241 días y hasta 270 días será categorizado como 241-270; clientes con un atraso de entre 271 días y hasta 300 días será categorizado como 271-300; clientes con un atraso de entre 301 días y hasta 330 será categorizado como 301-330; clientes entre 331 días y hasta 360 será categorizado como 331-360 y por último aquellos clientes con un atraso mayor a 360 días.

Con esta categorización de clientes estamos en condiciones de construir nuestra primera matriz de transición.

Recordemos que tenemos un horizonte de transición de 11 meses puesto que, comparamos cómo se comporta esa obligación respecto nuestro estado inicial. En base a nuestra muestra realizaremos una comparación del estado en el momento inicial versus el momento final de cada operación; para ello utilizaremos como herramienta una plantilla de Excel, con la cual construiremos una base de datos formados por columnas como: rango inicial (primer columna de nuestra muestra) (ver Anexo N°1), con fecha 31 de agosto del 2016, este comparado con nuestra propuesta de días de mora<sup>22</sup> nos dará como resultado, el rango en el cual se encuentra cada cliente, de la misma manera el rango final al 31 de julio del 2017, nos mostrará en que rango de categoría se encuentra al finalizar el período (podemos observar el resultado obtenido en anexo N° 2) y de la misma manera veremos cuál fue la mora máxima del período de 12 meses, obteniendo como resultado en el cuadro de máxima mora, los días de atraso que tuvo cada cliente en cada operación. Y por último el rango máximo, sobre la máxima mora de cada operación. El rango máximo la obtenemos con la función Buscarv en la columna de máxima mora (Anexo N°2) clasificándolas de acuerdo al rango de días de mora según (Cuadro N° VI).

Con todos estos datos obtenidos ya estamos en condición de poder armar nuestra primer matriz de transición. Como una matriz está formada por filas y columnas, la construimos con una tabla dinámica (herramienta para calcular, resumir, analizar datos que le permite ver comparaciones y tendencias entre ellos. Se selecciona las celdas a partir de lo que se desee crear.) en Excel, insertar tablas dinámicas y seleccionamos los datos obtenidos en Anexo N° 2. El rango inicial serán nuestras filas (rótulo de columnas) y rango final nuestras serán nuestras columnas (rótulo de fila). Y en la sumatoria de valores  $\Sigma$  hacemos clip en cuenta de rango inicial. Esto nos dará como resultado la construcción de una matriz<sup>23</sup> ordenada por días de mora de clientes y el número de clientes que se encuentra en cada rango de clasificación de días de mora.

Con esto queremos ver la evolución de los clientes respecto a un estado inicial, como se comportaron a lo largo de período y como finalizaron en el período de observación.

---

<sup>22</sup> Cuadro N° VI Días de mora.

<sup>23</sup> Cuadro N° VI I Matriz de transición por número de clientes

### Cuadro N° VII: Matriz de transición por número de clientes

Cuenta de Rango Inicial	Rótulos de columna												Total general
Rótulos de fila	000-000	001-030	031-060	061-090	091-120	121-150	151-180	181-210	241-270	271-300	331-360	Mayor a 360	
000-000	109	26	10	5	1	3			1				155
001-030	25	16	9	3	4	1		1					59
031-060	8	3	8	4	2						1		26
061-090	2	3	5	3	3								16
091-120	2	1			1		1						5
121-150		1				1	2						4
151-180	2	1											3
181-210		1	1			2			1				5
241-270				1				1				1	3
271-300										2			4
331-360	5											2	7
Mayor a 360	4	3	2		2		1					1	13
<b>Total general</b>	<b>157</b>	<b>55</b>	<b>35</b>	<b>16</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>300</b>

Fuente: Elaboración propia

Este es el resultado de nuestra primer matriz en la cual, podemos apreciar cómo se distribuyen nuestros clientes a lo largo de los diferentes días de mora. Interpretamos de la siguiente manera: los clientes que comenzaron en un estado inicial de cero días y se mantuvieron en ese mismo estado son 109 clientes de un total de 155 clientes u operaciones que iniciaron en esa misma categoría; pero de esos 155 clientes los que migraron de un estado inicial de cero días a una mora de entre 1 a 30 días fueron 26 clientes, es decir que hubo un deterioro de la cartera respecto el estado inicial; si continuamos analizando vemos que del total de 155 clientes que iniciaron rango de cero días de mora, 10 clientes migraron a un estado de mora de entre 31 a 60 días; del total de 155 clientes 5 clientes migraron de un estado de cero a una mora de entre 61 a 90 días; 1 cliente migró de un estado inicial de cero días a una mora entre 91 a 120 días; 3 clientes migraron de un estado inicial de cero días a una mora de entre 121 a 150 días y por último un cliente que estando al inicio del período en cero días pasó a una mora de entre 241 a 270 días.

En resumen podemos decir que, aquellos clientes que se encuentren por encima de la diagonal principal son los que sufrieron un deterioro en la cartera, en cambio aquellos que clientes que se encuentran por debajo de la diagonal principal, mejoraron su condición de pago respecto al período inicial y aquellos que se encuentran en la diagonal principal son aquellos clientes u operaciones que permanecieron en el tiempo, es decir que iniciaron en ese estado y terminaron en el mismo estado.

Para que una cartera sea ideal debería permanecer en el rango de cero días de mora. Pero aquellos clientes u operaciones que están en la diagonal principal se entiende que empiezan en un estado y permanecen en el mismo estado inicial, aquellos que se encuentran en el rango de cero días es lo ideal para una cartera sana. En cambio aquellos clientes que iniciaron con una mora significa que son clientes tienen una

costumbre de mora; esto me podría afectar en la disponibilidad y tendría que aumentar mis provisiones para poder solventar la mora de estos clientes morosos y por ende esto aumentaría el costo de la cartera de clientes.

El siguiente paso sería convertir nuestra matriz del Cuadro N° VII en una matriz porcentual. Con ayuda de Excel pasamos a convertirla en porcentajes obteniendo el siguiente resultado:

**Cuadro N° VIII: Matriz en porcentaje**

Cuenta de Rango inicial													Total general
Rótulo de filas	000-000	001-030	031-060	061-090	091-120	121-150	151-180	181-210	241-270	271-300	331-360	Mayor a 360	Total general
000-000	70,3%	16,8%	6,5%	3,2%	0,6%	1,9%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
001-030	42,4%	27,1%	15,3%	5,1%	6,8%	1,7%	0,0%	1,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
031-060	30,8%	11,5%	30,8%	15,4%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	100,0%
061-090	12,5%	18,8%	31,3%	18,8%	18,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
091-120	40,0%	20,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
121-150	0,0%	25,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
151-180	66,7%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
181-210	0,0%	20,0%	20,0%	0,0%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
241-270	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	100,0%
271-300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	50,0%	0,0%	50,0%	100,0%
331-360	71,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	28,6%	100,0%
Mayor a 360	30,8%	23,1%	15,4%	0,0%	15,4%	0,0%	7,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	7,7%	100,0%
Total general	52,3%	18,3%	11,7%	5,3%	4,3%	2,3%	1,3%	0,7%	0,7%	0,7%	0,3%	2,0%	100,0%

Fuente: Elaboración propia, en base al cuadro VII.

Con esta matriz expresada de manera porcentual, nos encontramos en condiciones para el siguiente paso que es, encontrar el punto default por mora. El default en nuestro caso es el punto en el cual la probabilidad de recuperarse es menor que la de deteriorarse o viceversa; que la probabilidad de deteriorarse es mayor que la probabilidad de recuperarse; en este punto pueden suceder dos situaciones de vital importancia para nuestra cartera que son: si me recupero, o no me recupero la suma de los dos probabilidades nos dará como resultado 1.

Estos datos se obtienen de la suma de probabilidades por encima de la diagonal principal para cada una de las filas y clasificándolas por el rango que corresponde. Esto será de utilidad para encontrar el punto de default por mora. El cual observaremos en el cuadro siguiente que el mismo se encuentra en el intervalo de 121 a 150 días.

Si interpretamos podemos decir que, este es el punto en el cual la probabilidad de deteriorarse es mayor que la de recuperarme (este dato es obtenido de la suma de probabilidades de cada una de los vectores de clasificación obtenidos en nuestra matriz<sup>24</sup>) sin tomar en cuenta la probabilidad de la diagonal. Como por ejemplo: en el rótulo de filas 000-000 sumamos: 16,8% más 6,5% más, 3,2%, más 0,6% y más

<sup>24</sup> Ver cuadro N° VIII.

1,9% como resultado: 29,7% es la probabilidad de que un cliente que se encuentra al día en sus pagos pase a una mora superior a 30 días.

A continuación realizaremos una representación a través de un cuadro:

**Cuadro N° IX: Punto de default por mora**

<b>Categoría</b>	<b>Default</b>	<b>Deterioro y permanencia</b>
<b>000-000</b>	29,7%	29,7%
<b>001-030</b>	30,5%	57,6%
<b>031-060</b>	26,9%	57,7%
<b>061-090</b>	18,8%	37,5%
<b>091-120</b>	20,0%	40,0%
<b>121-150</b>	50,0%	75,0%
<b>151-180</b>	0,0%	0,0%
<b>181-210</b>	20,0%	20,0%
<b>241-270</b>	33,3%	33,3%
<b>271-300</b>	50,0%	100,0%
<b>331-360</b>	28,6%	28,6%
<b>Mayor a 360</b>	0%	7,70%

Fuente: Elaboración propia, en base al cuadro N° VIII

Todos los clientes por debajo del punto de default los clasificaremos como, clientes incumplidos. El rango de default por mora es de 121 a 150 días, a partir de este punto mi cartera empieza a deteriorarse y la probabilidad de incumplimiento a partir de este punto va ser de 1 es decir 100%. Si apreciamos en el rango 271 a 300 días mi cartera comienza a recuperarse, pero esa recuperación es tardía, lo cual esto puede generar un costo adicional a la cartera, la gestión de cobranza.

De acuerdo al tipo de entidad que se trate, pueden tomar políticas más rigurosas a partir de poner el punto de default por debajo del 50 %; en un 30% por ejemplo y a partir de ahí nuestros clientes ya pueden ser categorizados como clientes incumplidos. Esto puede ayudar para que se gestione la cobranza lo antes posible y así no generar un costo mayor.

Para nuestro ejemplo lo vamos a mantener en 50 %, vamos a ser menos rigurosos.

Cuando existe default se recupera una proporción de la inversión ( $r$ ) y se pierde una proporción o porcentaje igual a  $(1 - r)$  que llamamos coeficiente de pérdida.

Si observamos el cuadro N° X, veremos que hay una columna con: deterioro y permanencia, el cual también se encuentra en el rango de 121 a 150 días de mora; este mismo nos muestra el porcentaje de clientes que empezaron y permanecieron en mora, si observamos el porcentaje detenidamente podemos ver que, es más elevado que el de default por mora; esto debido a que consideramos en la suma el estado inicial,

es decir que la suma corresponde no solamente a lo que está por encima de la diagonal principal, sino también incluido el porcentaje de la diagonal.

Si hacemos un análisis más profundo de la cartera, utilizando nuestra matriz, pero con la diferencia de que tomaremos rango inicial y compararemos con el peor comportamiento. Para ello vamos a utilizar nuestra primera matriz pero con la diferencia de que en tabla dinámica en el rótulo de columnas ya no tomaremos el rango final, sino el rango máximo y en el rótulo de fila seguimos con el rango inicial. Lo cual quiere decir que vamos a hacer una comparación de aquellos clientes que empezaron en un rango de 000-000 días de mora y permanecieron durante todo el período en el mismo. A continuación veremos el nuevo default por mora como consecuencia del análisis.

### Cuadro N° X: Nuevo default por mora

Rótulo de filas	Default	Deterioro y permanencia
<b>000-000</b>	82,6%	82,6%
<b>001-030</b>	54,2%	96,6%
<b>031-060</b>	65,4%	92,3%
<b>061-090</b>	43,8%	68,8%
<b>091-120</b>	20,0%	40,0%
<b>121-150</b>	75,0%	100,0%
<b>151-180</b>	33,3%	66,7%
<b>181-210</b>	40,0%	60,0%
<b>241-270</b>	100,0%	100,0%
<b>271-300</b>	100,0%	100,0%
<b>331-360</b>	57,1%	57,1%
<b>Mayor a 360</b>	61,5%	53,8%

Fuente: Elaboración propia, resultado del anexo N° 3

Como apreciamos en el cuadro N° X nuestro nuevo punto de default por mora se encuentra en el primer rango, esto quiere decir que el 82,6% de clientes tuvieron una mora, en lo largo del período de al menos 1 día. Resultado obtenido de encontrar el rango máximo en nuestra matriz.

Nos muestra un análisis más detallado de la cartera para tomar políticas quizás más conservadora. Este análisis es mucho más riguroso y hasta podríamos decir que la prueba es ácida, esto nos refleja el peor comportamiento que para nuestra cartera va a significar un mayor costo, si observamos la nueva matriz en el anexo N°3 podemos apreciar en la primer columna que la recuperación de la cartera es muy baja comparada con nuestra primer matriz obtenida. Como consecuencia vamos a tener menos flujo de efectivo y eso se traslada inmediatamente en un mayor costo; por último podemos recomendar a la entidad de tomar políticas más rigurosas en la cobranza y que la mora se encuentre por debajo del punto de default por mora del 50% encontrado; así de esta manera lograremos tener un mayor control sobre la cartera.

### 3.9.3. Cálculo de probabilidad de incumplimiento

Si vemos nuestra primera matriz (Ver cuadro N° VIII) expresada de manera porcentual podemos observar que el umbral de default por mora se encuentra en el rango 121 a 150 días; si un cliente se encuentra en este rango o supera el mismo nos dice que su probabilidad de incumplimiento es de uno.

Para los demás clientes vamos a calcular la probabilidad de incumplimiento a partir de la sumatoria de filas de cada rango, la suma de cada fila por encima de nuestra diagonal principal, pero a partir del punto de default, es decir, que trazamos una línea imaginaria en la matriz 1 a partir del rango 121-150 días en filas y columnas y a partir de allí sumamos las probabilidades de cada fila.

Realizando operaciones nos da como resultado el siguiente cuadro de probabilidades de incumplimiento.

**Cuadro N° XI: Probabilidad de incumplimiento**

Categoría cliente	Probabilidad de Incumplimiento
000-000	2,6%
001-030	3,4%
031-060	3,8%
061-090	0,0%
091-120	20,0%
121-150	75,0%
151-180	1
181-210	1
241-270	1
271-300	1
331-360	1
Mayor a 360	1

Fuente: Elaboración propia, según datos del cuadro N° VIII

121 - 150 días de mora, a partir de este punto la suma de porcentajes de cada fila nos dará como resultado la probabilidad de incumplimiento con la diferencia de que a partir de 151 – 180 días la probabilidad de incumplimiento, será del 100 %.

### 3.9.4 Matriz de Calificaciones año 1 – Transición 1

Para encontrar nuestra transición 1, vamos a realizar la multiplicación de matrices a través de la función MMult<sup>25</sup> en Excel; entonces seleccionamos nuestra primera matriz y la multiplicamos con MMult por ella misma. Así obtenemos como resultado, nuestra matriz de transición 1.

<sup>25</sup> Devuelve la matriz producto de dos matrices.

Realizamos esta operación para analizar cómo se va recuperando mi cartera, es una prueba no tan ácida como la que realizamos anteriormente. A continuación veremos los resultados de esa multiplicación expresada de manera porcentual.

**Cuadro N° XII: Matriz de transición – 1**

Rótulo de filas	000-000	001-030	031-060	061-090	091-120	121-150	151-180	181-210	241-270	271-300	331-360	Mayor a 360
000-000	59,2%	18,3%	10,1%	4,9%	2,8%	2,1%	1,1%	0,5%	0,5%	0,0%	0,2%	0,2%
001-030	49,3%	19,3%	13,5%	6,0%	5,6%	2,4%	2,2%	0,5%	0,6%	0,0%	0,6%	0,0%
031-060	43,7%	16,3%	18,0%	9,2%	7,8%	0,8%	1,5%	0,2%	0,2%	0,0%	1,2%	1,1%
061-090	36,2%	18,1%	19,1%	9,7%	11,0%	0,6%	3,8%	0,3%	0,1%	0,0%	1,2%	0,0%
091-120	57,9%	22,8%	5,6%	2,3%	5,6%	1,1%	4,0%	0,3%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%
121-150	43,9%	29,7%	3,8%	1,3%	1,7%	6,7%	12,5%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
151-180	61,0%	20,2%	9,4%	3,8%	2,7%	1,9%	0,0%	0,6%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%
181-210	14,6%	17,7%	9,2%	10,8%	2,9%	10,3%	20,0%	7,0%	0,0%	0,0%	0,8%	6,7%
241-270	14,4%	20,6%	22,2%	6,3%	11,4%	13,3%	2,6%	0,0%	6,7%	0,0%	0,0%	2,6%
271-300	15,4%	11,5%	7,7%	0,0%	7,7%	0,0%	3,8%	0,0%	0,0%	25,0%	0,0%	28,8%
331-360	59,0%	18,6%	9,0%	2,3%	4,9%	1,4%	2,2%	0,0%	0,5%	0,0%	0,0%	2,2%
Mayor a 360	49,8%	20,6%	11,4%	4,5%	7,2%	1,0%	3,7%	0,4%	0,2%	0,0%	0,6%	0,6%

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación de la matriz: si comparamos los 17,4% (obtenidos en la matriz de default por mora rango máximo Anexo N° 3 de recuperación en nuestra prueba más conservadora, y la comparamos con la matriz de transición que obtuvimos por la multiplicación de matrices, observamos que la recuperación de la cartera es mayor es decir un 59,2%, esto quiere decir que recuperamos nuestra cartera pero, de manera más lenta, esto se puede dar porque las políticas de cobranza no son muy eficiente y debería implementar políticas más rigurosas para el cobro.

Con la matriz de transición podemos observar el comportamiento de la cartera como iniciaron y como terminaron en el período de 12 meses asignados. Es fácil a la hora de interpretar cada porcentaje y a su vez podemos proyectar hacia el futuro cual será el comportamiento y qué medida podemos tomar al respecto. Todo partiendo de nuestra muestra con datos de número de clientes y días de mora de cada cliente.

### 3.9.5 Exposure at Default (EAD)

Para poder desarrollar más la metodología vamos a asignarles valores a nuestra cartera. Le asignaremos a nuestra cartera de inversión un millón de pesos, los cuales van a estar distribuidos de la siguiente manera: Situación 1 – Normal: \$ 713.333, Situación 2 – Riesgo Bajo: \$ 140.000, Situación 3 – Riesgo Medio: \$ 40.000, Situación 4 – Riesgo Alto: \$ 40.000, Situación 5- Irrecuperable: \$ 23.334 y por último Situación 6 – Irrecuperable por disposición técnica: \$ 43.333. Esto vendría a ser la exposición al momento del default (EAD)

### 3.9.6. Previsión para la cartera según el BCRA

El BCRA establece que cada cliente de la entidad financiera debe ser clasificado desde el punto de vista de la calidad de sus obligaciones en orden al cumplimiento de sus compromisos y para tal clasificación establece un parámetro de porcentajes para previsión de cada una de las situaciones.

**Cuadro N° XIII: Previsiones según BCRA**

<b>Categoría</b>	<b>Con garantías preferidas</b>	<b>Sin garantías preferidas</b>
1. En situación normal	1%	1%
2. a) En observación y de riesgo bajo	3%	5%
b) En negociación o con acuerdo de refinanciación	6%	12%
3. Con problemas y de riesgo medio	12%	25%
4. Con alto riesgo de insolvencia y de alto riesgo	25%	50%
5. Irrecuperable	50%	100%
6. Irrecuperable por disposición técnica	100%	100%

Fuente: <http://www.bkra.gov.ar/Pdfs/Textord/t-prevmi.pdf>

En nuestro supuesto vamos a considerar que nuestra cartera es de un millón de pesos, los cuales los vamos a distribuir de acuerdo a la clasificación que utiliza el BCRA, es decir de: situación 1y hasta la situación 6, el millón de pesos hemos procedido a su distribución tomando en cuenta la cantidad de clientes en cada categoría y en base a nuestros datos obtenidos, realizamos los cálculos correspondientes para establecer el porcentaje de previsión establecido por el BCRA.

**Cuadro N° XIV: Previsión de la cartera**

<b>CATEGORIA</b>	<b>Monto por calificación</b>	<b>Prev. BCRA</b>	<b>Monto de Prev.</b>
Situación 1 – Normal	713.333	1%	7.133
Situación 2 - Riesgo Bajo	140.000	6%	8.400
Situación 3 - Riesgo Medio	40.000	12%	4.800
Situación 4 - Riesgo Alto	40.000	25%	10.000
Situación 5 – Irrecuperable	23.334	50%	11.667
Situación 6 - Irrecuperable por disposición técnica	43.333	100%	43.333
<b>Total</b>	<b>1.000.000</b>		<b>85.333</b>

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a las disposiciones del BCRA, esta cartera debería tener una previsión de \$ 85.333 del total de \$ 1.000.000 de la cartera, es decir un 8,53% en total de toda la cartera.

Claramente, se puede apreciar que la mayor parte de la cartera se encuentra en Situación 1 – Normal, con un buen comportamiento de pagos; pero

aquellos que se encuentran en Situación 6 – Irrecuperable por disposición técnica debemos de tomar un 100% de previsión para la misma.

### 3.9.7. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR)

Antes de realizar el cálculo de VaR podemos distinguir en general dos componentes para pérdidas potenciales por riesgo de crédito: un componente proviene de la **pérdida esperada** o Expected Loss (EL), esto tiene que ver con la media o el promedio histórico de pérdida, y el otro por la **pérdida no esperada** o Unexpected Loss (UL), que tiene que ver con una medida de dispersión de las pérdidas como desviación estándar específicamente y con las fluctuaciones de pérdidas que han excedido el promedio.

En primer lugar realizaremos el cálculo de la pérdida esperada:

$$PE = PI * PDI * E$$

Donde:

PE = Pérdida esperada  
PI = Probabilidad de incumplimiento  
PDI = Pérdida dado el incumplimiento  
E = Monto de Exposición

La pérdida esperada para nuestra cartera estará dada por, probabilidad de incumplimiento (datos extraídos del cuadro N° XI) agrupada según las disposición del BCRA.

La pérdida dado el incumplimiento PDI que asume la entidad financiera, estará dada por  $(1 - r)$ , donde “r” es el porcentaje de recuperación de la cartera, este indicador de severidad nos indicará la pérdida sufrida por la EIF, después de haber realizado todas las gestiones para recuperar los créditos otorgados. Por lo general en la mayoría de los ejemplos consultados toman una tasa de r del 45%. Más adelante veremos la sensibilidad con un cambio en la tasa de recuperación.

$$PDI = 1 - 45\%$$

$$PDI = 55\%$$

Y por último el monto de exposición de la cartera agrupada por categorías. Tomando en cuenta que el monto total de la cartera es de \$ 1.000.000, la cual estará distribuida de la siguiente manera:

### Cuadro N° XV: Cálculo de pérdida esperada

CATEGORIA	Monto por Cartera	PI	PDI	Pérdida esperada
Situación 1 – Normal	713.333	2,6%	55%	10.200
Situación 2 - Riesgo Bajo	140.000	3,4%	55%	2.618
Situación 3 - Riesgo Medio	40.000	3,8%	55%	836
Situación 4 - Riesgo Alto	40.000	20,0%	55%	4.400
Situación 5 – Irrecuperable	23.334	75,0%	55%	9.625
Situación 6 - Irrecuperable por disposición técnica	43.333	100%	55%	23.833
				<b>51.512</b>
<b>Tasa de recuperación</b>	55%			
<b>Total de la cartera</b>	1.000.000			

Fuente: Elaboración propia

A través de este cuadro podemos apreciar que nuestra pérdida esperada para esta cartera es de \$ 51.512 del total de \$ 1.000.000 invertidos en esta cartera. Interpretamos que por cada millón de pesos invertidos hay una posible pérdida de, \$ 51.512. Esto si consideramos que la tasa de recuperación es del 45%. Estas pérdidas deben ser cubiertas por provisiones.

$$PDI = 1 - 70\%$$

$$PDI = 30\%$$

### Cuadro N° XVI: Pérdida esperada con r = 70%

CATEGORIA	Monto por Cartera	PI	PDI	Pérdida esperada
Situación 1 – Normal	713.333	2,6%	30%	5.564
Situación 2 - Riesgo Bajo	140.000	3,4%	30%	1.428
Situación 3 - Riesgo Medio	40.000	3,8%	30%	456
Situación 4 - Riesgo Alto	40.000	20,0%	30%	240
Situación 5 – Irrecuperable	23.334	75,0%	30%	5.250
Situación 6 - Irrecuperable por disposición técnica	43.333	100%	30%	13.000
				<b>25.938</b>
<b>Tasa de recuperación</b>	70%			
<b>Total de la cartera</b>	1.000.000			

Fuente: Elaboración propia

Si suponemos que nuestra tasa de recuperación es del 70%, en el cuadro N° XVI observamos que nuestra pérdida esperada disminuye a \$ 25.938, debido a que somos más optimistas y esperamos recuperar un 70% de nuestra inversión, esto nos puede afectar negativamente si no recuperamos lo previsto.

Realizamos este ejemplo para ver la sensibilidad de la tasa de recuperación. Para efectos del presente trabajo conservamos la tasa de recuperación  $r = 45\%$ .

Como parámetro necesario para calcular el VaR necesitamos la desviación estándar. Para ello utilizaremos la herramienta de Excel. El cálculo a partir del cuadro de default por mora, encontramos nuestra desviación estándar con la fórmula desvestp de todo nuestro cuadro de default por mora: Como resultado obtenemos  $\sigma = 0.1506143\%$ , cuyo dato es imprescindible para el desarrollo del VaR.

A continuación pasaremos a desarrollar el VaR a partir de datos obtenidos en nuestra cartera:

$$\text{VaR} = W_0 * Z * \sigma \sqrt{h}$$

Donde:

Z = Valor que determina el nivel de confianza

$W_0$  = Monto de la cartera

$\sigma$  = Riesgo del activo

$\sqrt{h}$  = Tiempo medido en días

#### Cuadro N° XVII: Cálculo de (VaR)

Varianza	0,0247469%
Desviación estándar	0,1506143%
Nivel de confianza	99%
Z	2,33
$W_0$	1.000.000
H	365
VaR	67.045,321

Fuente: Elaboración propia

A partir de un nivel de confianza del 99% exigido por el BCRA, con este nivel de confianza obtenemos un valor de Z de 2,33 veces la desviación; suponiendo que nuestra cartera de inversiones en créditos de consumo con garantía prendaria, tiene un monto de \$ 1.000.000, su desviación estándar es de 0,1506143% y un horizonte de tiempo de 365 días, realizamos operaciones de multiplicación según nuestra fórmula:

$$\text{VaR} = W_0 * Z * \sigma \sqrt{h}$$

$$\text{VaR} = 1.00.000 * 2,33 * 0,1506143 * \sqrt{365}$$

$$\text{VaR} = 67.045,32$$

Es decir que, por cada millón de pesos invertido en cartera hay un riesgo de pérdida de \$ 67.045,32 es la máxima pérdida que puede sufrir nuestra cartera. Por tanto el inversionista debería tener alguna política para la cobertura para este riesgo, o ser más riguroso a la hora de otorgar créditos.

Tenemos una pérdida no esperada de \$ 67.045,32 es una pérdida que está por encima de la pérdida esperada.

En resumen podemos concluir que: la suma de la pérdida esperada y la pérdida no esperada nos dará como resultado la pérdida total de la cartera. Demostrado a través del siguiente cuadro:

**Cuadro N° XVIII: Indicadores del (VaR)**

<b>Indicadores</b>	<b>Monto en Pesos</b>
Pérdida Esperada	51.512
Pérdida no Esperada	67.045,32
VaR del 99%	<b>118.557,32</b>

Fuente. Elaboración propia

Observamos que; del monto total invertidos en nuestra cartera de \$ 1.000.000 tenemos la posibilidad de pérdida de \$ 118.557,32 a un nivel de confianza del 99%.

La entidad financiera que aplique la metodología propuesta de gestión de riesgo de crédito: Matrices de transición y VaR a un 99%, tendría la siguiente posición:

La pérdida esperada, no es más que la previsión constituida.

La pérdida no esperada, está cubierta por el requerimiento de capital, calculado bajo la metodología de VaR. Sin embargo, existe una probabilidad de que el VaR no capture la pérdida total de un 1%, en este caso sería la cola de la distribución normal.

El desarrollo de la metodología nos brinda una cuantificación del posible riesgo que puede sufrir nuestra cartera de créditos por consumo en un tiempo determinado de 365 días, como apreciamos es de fácil desarrollo e interpretación de resultados, además es ampliamente aceptado y difundido, principalmente esta normado bajo el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea.

Tiene muy pocas desventajas, como dependencia del comportamiento histórico, el análisis se convierte en estático y el riesgo es muy dinámico y por último su aplicación corto placista.

### **3.9.8. (VaR) a distintos niveles de confianza**

Si realizamos un análisis comparativo dentro de los distintos niveles de confianza: 90%, 95% y 99%, este implica distintos porcentaje de pérdidas posibles, es decir distintos escenarios que puede asumir el inversor de la cartera.

### Cuadro N° XIX: (VaR) Comparativo

Nivel de confianza	Z	VaR	% de cartera
90%	1,28	36.831,76	3,7%
95%	1,64	47.190,70	4,7%
99%	2,33	67.045,32	6,7%

Fuente: Elaboración propia

Los niveles de confianza determinan la rigurosidad del análisis en cuanto a la certeza del VaR calculado. Siguiendo los lineamientos de Basilea, es recomendable trabajar con un nivel de confianza del 99%. Sin embargo hay metodología como Riskmetrics que trabajan con el 95%.

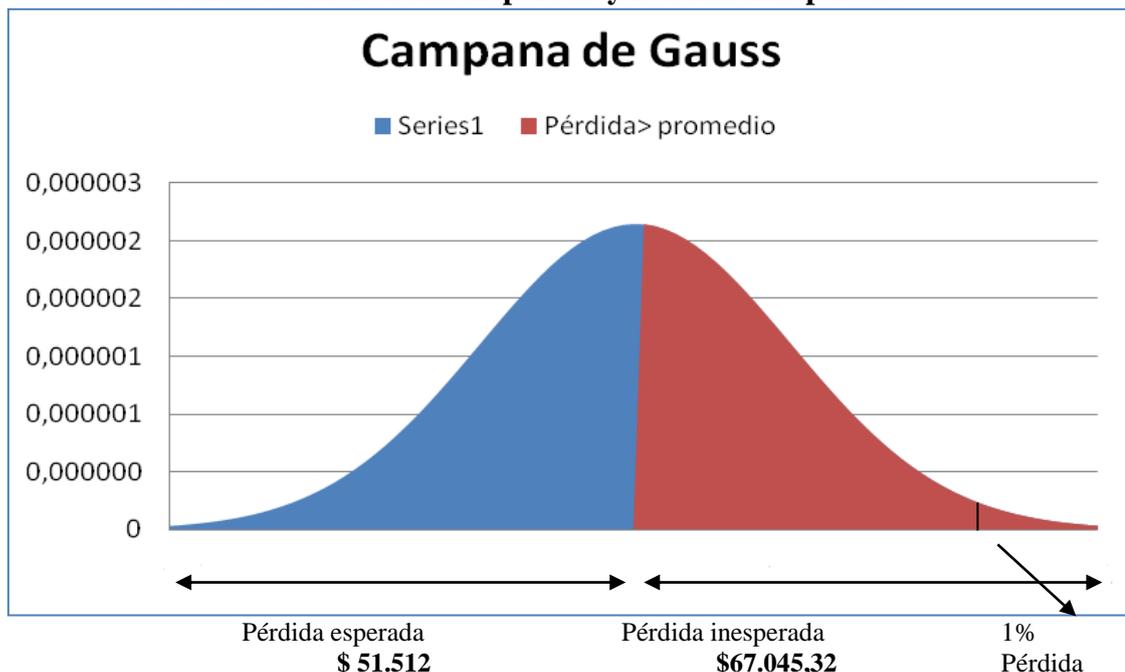
Interpretando el cuadro N° XIX podemos apreciar que, con un nivel de confianza del 90% tenemos un VaR de \$ 36.831,76, si lo comparamos con el nivel de confianza del 99%, observamos que baja en un nivel muy significativo nuestro Valor en Riesgo; ahora si tomamos un 95% de nivel de confianza nuestro VaR es de \$ 47.190,70 y finalmente si consideramos un nivel de confianza del 99% a \$ 67.045,32 este último es el valor que debemos de considerar siguiendo los lineamientos de Basilea.

En resumen podemos decir que además de tener un 99% de nivel de confianza tenemos una probabilidad de 1 de cada 100 que el VaR no capture la pérdida total.

Dentro de las desventajas del VaR podemos ver que:

- Demasiada dependencia del comportamiento histórico.
- Hipótesis poco realista debido a que asumimos como normalidad el promedio de pérdida.
- El análisis es estático y el riesgo es dinámico.
- No representa el peor escenario posible.

**Gráfico N° X: Pérdida Esperada y Pérdida Inesperada**



Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico podemos observar que a partir de la metodología propuesta en el trabajo, se puede ver reflejada en una campana de Gauss, las posibles pérdidas que pueden surgir en esta cartera de consumo producto del riesgo asumido, las cuales deben ser cubiertas con previsiones y requerimiento de capital.

También podemos concluir el desarrollo de la metodología con la cuantificación de la pérdida esperada en pesos de 51.512 la cual debe ser cubierta con previsiones, y una pérdida no esperada de pesos 67.045,32 la que debe ser cubierta con requerimiento de capital de la entidad financiera. La suma de ambas nos da como resultado un total de pesos 118.557,32 a un nivel de confianza del 99%. Sin embargo, existe la probabilidad de que el VaR no capture la pérdida total en una relación de 1 de cada 100, que se encuentra en la cola de la distribución normal.

Pero esta entidad financiera se encontrará en una mejor posición que aquella que no calculó su VaR, ya que el requerimiento de capital sería mucho mayor y esto implicaría un impacto inmediato.

En la gestión de riesgos financieros, es muy importante que las entidades financieras puedan manejar distintas metodologías, que permitan hacer cálculos más precisos sobre el riesgo al cual se exponen, lo que en última instancia se refleja en una toma de decisiones consciente de los riesgos.

### 3.9.9 Método de Montecarlo

Es un método cuantitativo para desarrollar el análisis de riesgo. Llamado así por el “Principado de Mónaco”.

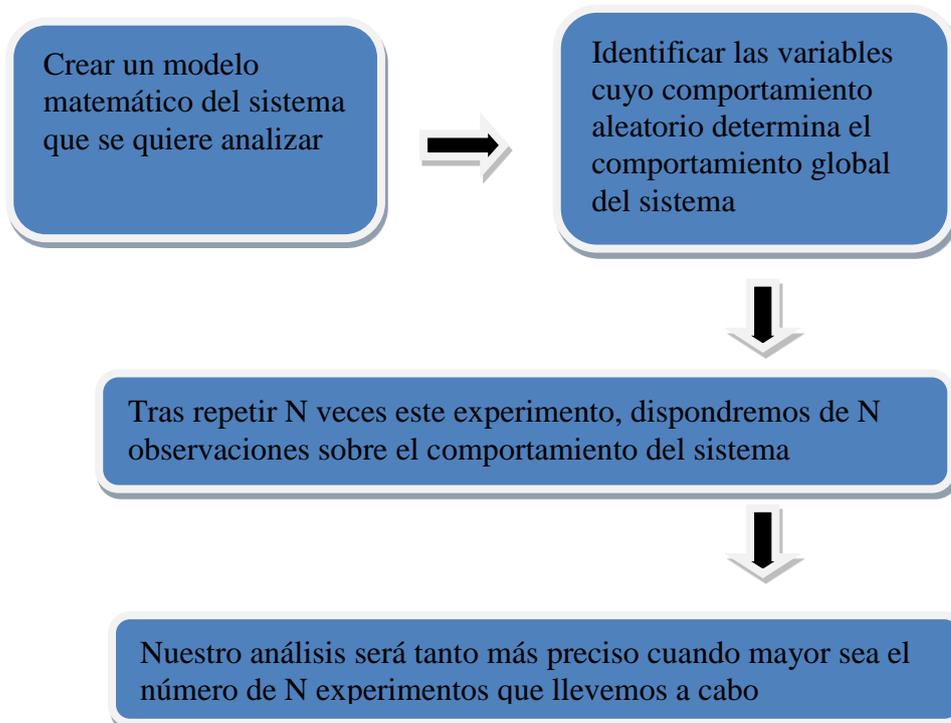
Este método lo que busca es representar la realidad, utilizando un modelo de riesgo matemático de tal manera que asignando valores de manera aleatoria a las variables de dicho modelo se tenga diferentes escenarios.

Este método va realizar un número elevado de iteraciones (asignaciones de manera aleatoria), así la muestra disponible de resultados va a ser lo suficientemente amplia como para que considere representativa la realidad.

Con los resultados obtenidos de las distintas iteraciones, se efectúa un estudio estadístico del que se sacan conclusiones relevantes con respecto al riesgo, tales como: valores medios, valores máximos, valores mínimos, desviaciones típicas, varianzas y probabilidades de ocurrencia.

### 3.9.10 Aplicación del método Montecarlo

Para Mejor comprensión lo vamos a representar en cuadros:



Una vez identificadas las variables de riesgo, que afectan a nuestra cartera, nos interesa conocer cuál es el comportamiento de dichas variables, es decir, cual será nuestra variación para cada uno de los períodos de proyección.

Para esto va ser necesario identificar la función de probabilidad que se asocia a cada una de las variables afectadas por el riesgo, es decir la función que explica y refleja el comportamiento de la variable de riesgo.

Entre las más comunes y más sencillas a la hora de su aplicación tenemos:

**Cuadro N° XIX: Función de distribuciones**

Funciones de distribución	Características	Aplicaciones	Ejemplos
<b>Triangular</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo predeterminado</li> <li>• Máximo predeterminado</li> <li>*Se determina el valor más probable, junto con el cual la distribución se dibuja en forma triangular.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se conocen valores mínimos máximos y más probables que puede ser considerados por la variable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Volumen de ventas estimadas</li> <li>• Costes de mercado.</li> </ul>
<b>Uniforme</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo predeterminado</li> <li>• * Máximo predeterminado</li> <li>• Todos los valores entre el mínimo y el máximo de la distribución son igualmente probables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El total del rango de la variable es igualmente probable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Valoración de activos inmobiliarios.</li> </ul>
<b>Discreta</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posibles valores a considerar</li> <li>• Posibilidad asociada a cada uno de los valores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocemos los diferentes posibles valores</li> <li>• Somos capaces de asignar probabilidades al cumplimiento de dichos valores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de personal contratado en la empresa</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia, datos recuperados de:  
[http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Análisis\\_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnálisisycuantificacióndelRiesgo%28AR%29\\_es.pdf](http://www.madrid.org/cs/StaticFiles/Emprendedores/Análisis_Riesgos/pages/pdf/metodologia/4AnálisisycuantificacióndelRiesgo%28AR%29_es.pdf) pág. 6

**Ventajas:**

- Es que es un método directo y flexible.
- Existen amplias formas para la simulación.
- Cuando el modelo matemático es demasiado complicado la simulación nos permite formular condiciones extremas con riesgos nulos.
- La simulación no interfiere con el mundo real, experimenta.
- La simulación permite resolver problemas que no tienen solución analítica.

**Desventajas:**

- Una buena simulación puede resultar muy complicada, gran número de variables.
- La simulación no genera soluciones óptimas globales.
- No proporciona una decisión a tomar, sino que resuelve el problema mediante aproximación.
- Cada simulación es única.

**Conclusión del método**

Este método es aplicable para cualquier tipo de problema ya sea determinístico o estocástico empleado en problemas complejos que únicamente se pueden resolver por programas de computadora, así como problemas simples que se resolverán a mano sin tanta dificultad.

Es recomendable puesto que favorece la obtención de resultados exactos o cuando el modelo es demasiado complicado la simulación permite obtener una aproximación.

### **3.9.11 VaR Histórico o VaR por simulación histórica**

Consiste en utilizar datos que ocurrieron en el pasado de manera muy directa como una guía de lo que podría ocurrir en el futuro.

Es un método histórico, que va acumulando ocurrencias pasadas y ordena desde la más alta hasta la más baja. Después, identificamos el 5% de datos con rentabilidades más bajas y el mayor de ese 5% de rentabilidades más bajas será el VaR.

Los datos para calcular el VaR histórico son los precios históricos (en nuestro ejemplo serán los días históricos). Por tanto si una serie histórica más grande dará como resultado mayores resultados simulados y por lo tanto va a ser más precisa que una serie histórica de 6 meses.

Una de la desventaja de este modelo es que asume que la rentabilidad ocurrida en el pasado se va a repetir en el futuro.

Este método es muy laborioso y menos preciso que el método de Montecarlo. Consiste en aplicar a una cartera de activos financieros, variaciones históricas del precio de los títulos para generar escenarios distintos a la posición inicial (más conocida como spot), generando diferentes resultados a partir de los cuales se obtendrá el VaR.

No lo aplicaremos a nuestro ejemplo práctico debido a su complejidad del mismo.

### **3.9.12 Distribución Normal**

A modo práctico vamos a desarrollar esta distribución normal con nuestro ejemplo: partimos de nuestra cartera de inversión que es de \$ 1.000.000, con una rentabilidad esperada del 5 % mensual, con una desviación estándar de 0,15. Para calcular el VaR partimos del supuesto que los retornos tienen una distribución normal.

El objetivo es estimar, con una probabilidad determinada, cuanto se puede perder en esta inversión. Por ejemplo con una probabilidad del 0,05 y del 0,01, ¿cuál será mi riesgo mensual de esta inversión?. Esto equivale a calcular el percentil del 0,05 y 0,01.

### VaR $\alpha$ = Inversión inicial \* Percentila

Realizando los cálculos en Excel nos da:

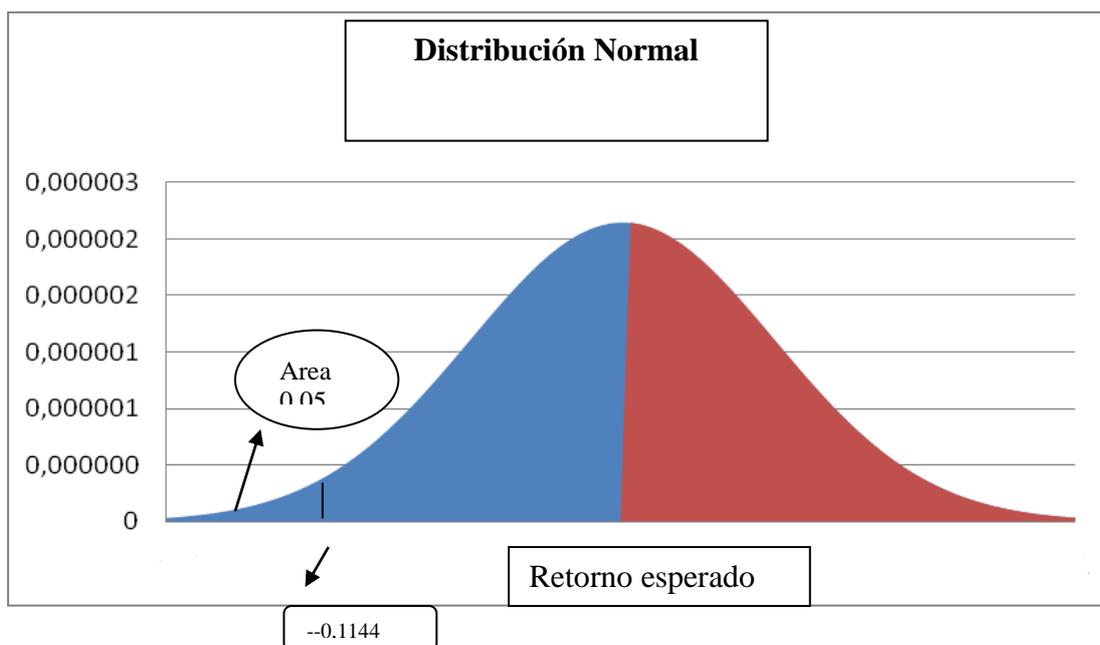
Inversión	Retornos		Percentiles		Value at Risk (VaR)	
	I	$\sigma$	q (0,01)	q (0,05)	1% VaR	5% VaR
1.000.000	0,05	0,10	-0,15449	-0,114485	-154.485	-114.485

En Excel utilizamos la función DISTR.NORM.INV para calcular el percentil.

Interpretación:

- 5% VaR: con un 5% de probabilidad, la pérdida será \$ 114.485 o más.
- 1% VaR: con un 1% de probabilidad, la pérdida será de \$ 154.485

### Gráfico N° XI: Distribución Normal



Fuente: Elaboración propia

La aplicación del VaR tiene varios usos relacionados con la gestión de riesgos: este puede utilizarse como medida de control financiero (para no pasarse de determinados niveles de riesgos); para determinar el riesgo de distintos productos financieros y como cálculo de capital regulatorio para entidades financieras.

El punto débil del VaR está en considerar que la forma que toma la distribución de los datos es la normal. El VaR está enfocado en riesgos manejables pero, ignora eventos extremos.

Predecir la volatilidad a futuro es complicada. Cuando hay una estabilidad prolongada, o una baja la volatilidad, entonces se puede llegar a subestimar la verdadera exposición al riesgo. Puesto que se utiliza baja volatilidad presente para predecir el futuro.

Otra gran debilidad muy marcada por la crisis de las subprimes, debido a la retroalimentación de los factores de riesgo. Cuando muchos agentes de mercado basan sus decisiones en el VaR, un incremento en la volatilidad y en las correlaciones incrementa el VaR en todas estas instituciones, haciéndolas reaccionar en la misma dirección.

Es muy importante aclarar que, estamos trabajando con probabilidades y no tenemos ninguna certeza.

## **4. CONCLUSIÓN ( ES )**

Una vez concluido el desarrollo y la implementación de la metodología propuesta podemos dar las siguientes conclusiones:

En primer lugar destacamos la importancia que tiene para las entidades financieras alrededor de todo el mundo, el mantener políticas bien definidas con respecto a la medición del riesgo de carteras, el seguimiento de acuerdo al tipo de cartera que se esté analizando y prever las posibles pérdidas que pueden surgir por el incumplimiento.

Justificamos el uso de la herramienta, matrices de transición para el cálculo de probabilidades de incumplimiento y así encontramos nuestro punto de default por mora. Es importante destacar que es una herramienta de fácil implementación e interpretación de la misma, además se encuentra regulado por comité de supervisión bancaria Basilea.

Con respecto al default por mora, no es lo mismo recuperar préstamos en tiempo y forma, que recuperarlo a largo plazo, lo cual requiere mayor costo para la cartera por clientes incumplidos, esto me puede afectar hasta el punto de quiebra si no logro recuperar mi dinero en tiempos previstos.

Encontramos nuestro punto de default en el rango de 121 a 150 días, usamos como tasa de recuperación del  $r = 45\%$  fuimos más pesimistas al poner este porcentaje. Nuestra cartera no es tan mala porque aunque cueste mayor tiempo al final a partir de 270 a 300 notamos que empieza a recuperarse nuestra cartera, y terminamos recuperando nuestra inversión.

Estimamos las provisiones de capital acorde a la cartera, esto para evitar futuras crisis financieras que afronte la entidad financiera a causa de default. En esta parte podemos también destacar que no solamente deben de cumplir con las normas que plantea el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea si no que tomen iniciativa de realizar controles internos constantes, cobertura de riesgo, coeficiente de apalancamiento, entre otros.

Dentro de la metodología de medición de riesgo existen muchas, en este caso escogimos para el desarrollo del trabajo la metodología de matrices de transición, como lo desarrollamos es de fácil implementación e interpretación del mismo, pero es importante que la entidad financiera realice una escala de calificaciones o rating, es decir una clasificación interna de acuerdo a los días de mora de cada cliente.

El modelo de pérdida esperada permite a las entidades financieras expuestas al riesgo de crédito, la creación de provisiones consistentes ante cualquier evento de default que ocurra, el efecto sea el mínimo posible. La definición relevante es el de “default”, entendido como el incumplimiento de las obligaciones en el plazo previsto o en el monto incumplido.

A efectos de medición, resulta importante el concepto de probabilidad de incumplimiento (PI), esto es la probabilidad que el deudor incumpla el pago en un horizonte de tiempo dado, generalmente es de un año. Por otra parte tenemos la pérdida dado el incumplimiento (PDI), que perdería si se produjera el default, esto por lo

general depende de garantías asociadas a la capacidad de recupero, gastos asociados al proceso de recupero, ejecución de garantías y costo de oportunidad por intereses perdidos. Por último tenemos la exposición (E) es el monto expuesto esto es el monto adeudado al momento del incumplimiento.

Para el análisis del riesgo de crédito, es necesario contar con una base de datos completas (en nuestro ejemplo analizamos 300 operaciones) ser lo más rigurosos posible en el otorgamiento del crédito al cliente, asimismo verificar que los datos sean correctos, para evitar a clientes morosos e incumplidos. Deben trabajar en conjunto el departamento de riesgo con el departamento que otorgue los créditos, para un desarrollo más eficiente. El personal a cargo debe ser una persona calificada para el desarrollo de la gestión del riesgo y la implementación del mismo, pero además de esto debe ser dinámico y establecer políticas rigurosas con respecto a cada cartera en particular. En este contexto debe seguir las políticas de los directivos de la entidad financiera.

Con el desarrollo del Valor en Riesgo (VaR), estimamos la pérdida máxima para una cartera a un nivel de confianza específico. El cual nos sirve para prever las futuras pérdidas que asuma la entidad financiera. Monto obtenido cuantificado en pesos.

A partir de la crisis del 2008, el VaR cobra un papel muy importante para los bancos. Una creciente exigencia de capital del Comité de Supervisión Bancaria Basilea para el sector bancario, a su vez un mayor control del riesgo. No obstante, también tiene especial importancia en el mundo de la gestión de activos.

#### Desventajas de la utilización del método del VaR:

Si los datos de nuestra VaR no son correctos, el VaR no será útil, pueden haber distintos resultados por métodos distintos. Nuestra Cartera debe ser homogénea es decir con características similares. Puede haber demasiada dependencia de comportamientos históricos. Puede no describir la peor pérdida posible, esto dependerá si se toma como referencia la cantidad de días que la pérdida supera lo estimado por el VaR; no son descriptivas las pérdidas de la cola izquierda de la distribución. Para un mismo valor estimado de VaR es posible tener distintas formas de la distribución. Y por último una principal crítica es que el pasado reciente es información necesaria para predecir el futuro.

A pesar de las desventajas de la metodología; es muy recomendable y muy usada por entidades financieras, nos permite gestionar las necesidades de requerimiento de capital por el riesgo asumido.

Por último es recomendable que la unidad de gestión de riesgos implemente políticas de capacitación e investigación de metodologías propuesta de matrices de transición y de la medición del VaR.

También desarrollamos distribución normal, con el cual hemos encontrado una pérdida en nuestra cartera muy similar a la encontrada con VaR. El punto débil de esta metodología está en considerar que la forma que toma la distribución de los datos es la normal. Y además está enfocado en riesgos manejables pero, ignora eventos extremos.

A pesar del desarrollo de cualquier metodología la incertidumbre siempre estará presente y nunca será predecible el futuro. Aunque sean las técnicas más sofisticadas y la última tecnología, los riesgos siempre van a existir, las metodologías no pueden llegar a servir para prevenir pero nunca serán del todo las previsiones exactas.

## **5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- 5.1. Alonso C; Julio César. ***Cálculo del Valor en Riesgo y Pérdidas esperada mediante R: empleando modelos de volatilidad constante, N°21.*** Universidad ICESI Colombia. 2009.
- 5.2. Alonso C; Julio César. ***Introducción al Cálculo del Valor en Riesgo N°7.*** Departamento de economía. Universidad ICESI. Colombia. 2005.
- 5.3. Banco Central de la República Argentina, ***Comunicación “A” 5740.*** 2015. Recuperado de: <http://www.bcra.gov.ar/pdfs/comytexord/A5740.pdf>
- 5.4. Bernardello, Alicia; Bianco, María José; Casparri, María Teresa; García Fronti, Javier y Olivera de Manzana, Susana. ***Matemáticas para Economistas. Sección I, Modelos Lineales, 1.5 Aplicaciones económicas, 1.5.2 Cadena de Markov (finita), pgs. 97-98.*** Argentina. Omicron System. 1ª. Edición. 2004.
- 5.5. Cabedo Semper, J.D. y Tirado Beltran, J.M. ***Divulgación de información sobre riesgos: una propuesta para su medición; pgs. 121-134.*** España. Revista Innovar. 2009. Recuperado de :<https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/viewFile/21545/22552>
- 5.6. Canavos, George C. ***Probabilidad y Estadística Aplicaciones y Métodos. Capítulo dos, Conceptos en probabilidad; 2.1 Introducción, pgs. 28.*** España. McGraw-Hill. Edición. 2003.
- 5.7. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. ***Credit Risk Modelling. Current Practices and Applications.*** Basilea. 1999. Recuperado de: [http://www.bis.org/bcbs/publ/d295\\_es.pdf](http://www.bis.org/bcbs/publ/d295_es.pdf)
- 5.8. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. ***Basilea III.*** Marco internacional para la medición, normalización y seguimiento del riesgo de liquidez. 2010.
- 5.9. Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. ***Convergencia intencional de medidas y normas de capital.*** Banco de pagos internacionales. 2006.
- 5.10. CreditMetrics. ***Technical Document.*** Nueva York. (1997)
- 5.11. Freixas, Xavier y Rochet, Jean Charles. ***Economía Bancaria.*** España. Antoni Bosch y Banco Bilbao Viscaya. 1997.
- 5.12. Gitman, Lawrence J. ***Principios de Administración Financiera.*** Pag. 190 México. Pearson Educación. 2007.
- 5.13. Hull, John C. ***Introducción a los Mercados de Futuros y Opciones. Capítulo 18, Valor en riesgo; pgs. 395-418.*** España. Prentice Hall. 6<sup>ta</sup>.2005.

**5.14.** Jorion, Philippe. *Value at Risk*. Estados Unidos de América. McGraw-Hill. 2001.

**5.15.** Tagliafichi, Ricardo A. *Cálculo de VaR para un portafolio de préstamos*. Recuperado de: [http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/rimf/rimf\\_v2\\_n1\\_11.pdf](http://bibliotecadigital.econ.uba.ar/download/rimf/rimf_v2_n1_11.pdf)

**5.16.** Téllez Cabrera, Ricardo M. *Medición del riesgo en crédito: Implementación y cálculo del VaR y el CVaR en tres modelos de incumplimiento*. Tesis de grado. Universidad Autónoma Metropolitana. México. 2010.

**5.17.** Slosse, Carlos Alberto. *Análisis de Riesgos en la Actividad Bancaria*. Buenos Aires. La Ley. 2002.

**5.18.** Pavesi. *La Decisión*. Buenos Aires. norma. 2004. **Capítulo 9, Decisión bajo certeza, incertidumbre y riesgo, pg. 225** “ Existe incertidumbre para un decisor si éste cree que una variable puede adoptar uno de entre por lo menos, dos niveles posibles, pero no puede asegurar cuál será dicho nivel”.

## **6. ANEXO ( S )**

## 6.1. Anexo N° 1

### Muestra de operaciones de una cartera de consumo

N° Operación	Vectores de gestión											
	31-08-16	30-09-16	31-10-16	30-11-16	31-12-16	31-01-17	28-02-17	31-03-17	30-04-17	31-05-17	30-06-17	31-07-17
1	15	35	60	0	0	0	28	59	89	120	150	181
2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0
8	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0
10	30	0	0	0	0	0	0	0	0	31	61	92
11	0	0	0	30	1	0	0	0	0	0	0	0
12	0	5	0	7	0	8	0	0	31	0	30	61
13	0	0	0	2	7	7	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	23	0	0	0	11	0	0	0	0
15	0	0	30	56	30	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
17	0	0	2	4	65	0	0	15	0	31	3	0
18	60	70	100	125	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	14	0	5	8	0	9
20	365	30	31	0	0	0	0	15	0	0	0	30
21	0	0	0	0	0	60	90	0	0	0	0	0
22	50	60	0	11	0	0	0	0	0	0	0	0
23	45	0	0	0	30	0	0	0	0	15	0	0
24	0	0	0	30	60	91	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	30	61	0	0	0	0	0	0	0
26	0	3	4	7	11	0	1	1	0	10	40	0
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	5	2	1	0	0	0	0	30
29	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	3	0
30	30	0	0	0	31	0	0	0	30	60	0	0
31	30	0	0	0	0	0	10	5	35	65	80	91
32	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
33	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	0	0
34	1	6	8	15	0	0	0	0	10	41	71	102
35	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	30
36	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0
37	366	396	421	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
39	20	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	91
40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
41	0	0	0	0	0	5	7	4	3	1	0	0
42	0	0	0	0	23	11	5	0	0	0	0	0
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
44	0	0	0	15	35	65	0	0	0	0	0	0
45	25	55	0	0	20	30	25	50	22	82	112	143

46	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
47	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
48	15	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	15
49	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
51	23	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
52	30	0	0	0	0	31	0	0	30	60	0	0
53	0	0	0	0	0	0	0	0	10	11	0	8
54	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
55	0	0	0	0	0	31	61	90	0	0	0	0
56	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
57	2	0	0	0	2	1	0	0	30	8	9	0
58	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
59	0	0	0	0	0	0	0	4	5	7	8	10
60	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
61	70	40	20	0	0	2	0	0	1	0	0	10
62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
63	5	7	0	0	0	0	15	0	0	0	0	0
64	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	15	0
65	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0
66	1	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0
67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
68	0	0	0	0	9	1	0	0	0	0	0	0
69	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0
70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
71	0	0	0	0	0	0	0	0	20	61	0	0
72	30	30	0	0	30	61	0	0	0	0	0	0
73	0	0	0	0	20	30	61	91	0	0	0	0
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
76	30	0	0	0	0	0	0	0	0	90	0	0
77	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	7	10
79	0	0	0	0	0	0	45	30	15	3	7	0
80	60	91	120	150	0	0	0	62	0	0	0	0
81	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
82	370	400	422	0	0	0	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0
84	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
86	0	0	0	0	0	0	0	1	11	1	1	0
87	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
88	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0
89	90	30	10	0	0	0	0	0	0	0	30	0
90	80	50	30	40	20	4	7	0	0	0	0	0
91	0	0	0	0	0	0	30	0	15	0	0	0
92	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0
93	0	0	0	0	30	61	0	0	0	0	0	0
94	0	0	0	0	25	0	0	0	0	10	10	10
95	1	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
96	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
97	0	0	0	14	0	3	0	0	0	0	0	0

98	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
99	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
100	0	0	0	0	0	0	30	61	91	3	0	0
101	0	0	0	0	0	0	1	9	0	0	0	1
102	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	31	31
103	0	0	0	0	0	0	25	55	30	25	0	0
104	0	0	0	0	0	0	1	15	0	0	0	15
105	0	0	0	0	0	0	4	0	0	20	0	0
106	180	180	180	60	30	20	0	0	60	0	0	0
107	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
108	365	330	300	180	190	0	0	0	0	0	0	0
109	0	211	180	150	60	35	0	0	0	0	0	0
110	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	0	0
111	0	0	31	25	20	7	7	7	7	5	0	0
112	356	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
113	31	61	92	102	133	164	192	223	253	284	314	345
114	0	0	0	358	366	366	0	0	0	0	0	0
115	0	0	359	385	419	450	478	509	537	570	0	0
116	0	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	30
117	0	0	0	0	0	15	30	20	9	9	10	11
118	336	364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
119	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
120	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
121	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
122	356	0	22	53	81	0	0	0	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
124	65	0	0	30	6	0	0	0	0	0	30	60
125	31	61	90	120	0	0	0	0	7	0	0	0
126	0	0	0	0	30	60	90	0	0	0	0	0
127	31	61	0	30	60	90	0	0	0	0	0	0
128	91	60	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
129	335	363	396	427	455	486	514	547	575	609	0	0
130	354	0	22	53	81	0	0	0	0	0	0	0
131	360	390	421	451	482	513	541	572	602	633	663	694
132	365	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
133	91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
134	180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
135	25	55	86	116	147	178	0	0	0	0	0	0
136	7	37	68	98	129	0	0	0	0	0	0	0
137	0	0	0	5	36	0	0	0	0	0	0	0
138	0	0	0	0	0	0	0	0	30	61	91	122
139	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0
140	0	0	0	0	0	5	7	0	0	0	0	0
141	0	0	0	20	6	0	0	0	0	0	0	0
142	0	0	0	0	15	46	74	105	0	0	0	0
143	0	0	0	15	46	0	0	0	0	0	0	0
144	0	0	0	0	31	62	90	121	151	0	0	0
145	1	2	30	0	0	0	0	0	0	0	0	9
146	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
147	0	0	0	0	0	0	0	0	25	56	86	117
148	0	0	0	0	0	30	30	30	0	0	0	0
149	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31

150	10	0	0	0	0	31	59	0	0	0	0	0
151	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
152	10	40	71	0	0	0	0	0	0	0	0	7
153	60	90	121	151	0	0	28	0	0	0	0	0
154	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
155	365	395	365	335	0	0	0	0	0	0	0	31
156	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	9	0
157	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7	7
158	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
159	7	37	68	98	129	160	188	0	0	0	30	50
160	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	31
161	0	0	0	10	11	7	0	0	0	0	0	0
162	0	34	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0
163	0	30	61	0	0	31	0	0	0	0	0	0
164	300	330	361	391	422	453	481	512	542	573	603	634
165	31	61	92	122	0	0	0	0	0	0	0	31
166	15	45	76	106	0	0	0	0	0	0	30	61
167	0	0	0	0	0	0	0	15	45	76	106	137
168	0	0	0	0	20	51	79	110	0	0	0	0
169	0	0	0	0	0	0	0	31	61	91	0	0
170	0	0	0	0	0	31	59	90	120	0	0	0
171	0	0	0	30	61	0	0	0	0	0	0	0
172	0	0	0	0	0	28	0	0	30	0	0	0
173	0	0	0	0	2	8	0	0	0	0	0	0
174	0	0	0	0	0	0	0	0	30	61	91	122
175	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
176	9	39	70	100	0	0	0	0	0	0	0	0
177	5	35	66	96	0	0	0	0	0	0	0	0
178	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
179	125	155	186	216	247	278	306	337	367	398	0	30
180	0	0	0	6	0	5	5	7	8	15	7	9
181	3	4	2	7	8	0	0	0	0	0	0	0
182	0	0	0	0	0	0	24	55	0	0	0	0
183	121	0	0	0	0	0	0	31	61	92	122	153
184	121	90	30	0	10	41	69	100	0	0	0	130
185	0	0	0	2	0	9	0	0	0	0	0	0
186	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	31
187	0	0	0	0	15	0	0	8	9	0	0	0
188	0	32	63	93	0	0	0	0	0	0	0	31
189	0	0	31	61	92	0	0	0	0	0	30	61
190	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	0	0
191	90	120	151	181	212	243	271	302	332	0	0	10
192	0	40	71	101	132	163	191	0	0	0	0	0
193	5	35	0	30	0	31	0	0	0	0	0	0
194	7	37	68	98	129	160	188	219	0	0	0	0
195	0	0	0	0	6	8	9	10	0	0	0	0
196	27	57	88	118	149	180	208	239	0	0	0	30
197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	55	86
198	245	275	306	306	306	306	306	306	336	367	397	428
199	0	7	15	25	56	87	115	146	176	207	237	268
200	91	60	30	31	0	31	28	31	61	91	121	152
201	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	6	1

202	10	0	0	0	0	0	0	0	7	7	7	7
203	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
204	91	61	30	0	0	0	0	31	61	30	30	30
205	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	6
206	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
208	1	7	0	0	7	7	11	9	0	0	0	0
209	0	0	0	0	1	1	0	0	0	7	9	1
210	0	38	69	99	130	161	0	0	0	30	60	60
211	0	0	0	0	0	1	9	9	0	0	0	1
212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
213	50	65	70	80	50	20	10	7	0	0	7	7
214	65	65	65	0	0	0	0	0	0	31	61	92
215	150	180	0	0	0	0	0	31	61	92	122	153
216	180	200	210	180	150	0	0	0	0	30	60	30
217	366	396	400	400	400	400	0	0	0	31	61	92
218	365	365	365	365	0	0	0	31	61	0	0	7
219	21	30	60	60	60	60	60	0	0	0	0	60
220	10	40	40	40	40	30	20	10	10	10	10	10
221	7	7	7	7	15	30	30	30	30	0	30	61
222	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	5
223	0	0	0	0	0	31	59	31	30	31	30	31
224	40	0	30	0	0	0	28	59	0	0	0	31
225	80	110	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
226	366	0	0	0	0	0	28	31	30	31	30	10
227	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365	365
228	366	300	290	300	330	300	300	300	270	200	150	100
229	255	255	300	300	300	300	300	250	0	0	30	61
230	0	0	0	0	7	1	5	15	30	25	30	40
231	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
232	0	0	0	3	6	7	9	0	5	9	6	9
233	500	530	500	360	350	340	330	300	300	300	300	180
234	61	61	61	61	61	61	1	0	50	30	61	61
235	181	0	0	0	0	0	0	0	30	60	90	121
236	0	0	0	0	0	0	1	1	1	10	5	6
237	65	70	60	60	0	0	28	59	89	90	90	90
238	0	0	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
239	59	0	0	0	30	7	7	9	10	40	70	100
240	20	50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	31
241	1	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1
242	31	0	0	0	0	0	0	15	0	0	25	40
243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
245	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
246	31	0	0	0	0	0	30	30	30	30	30	61
247	51	30	30	3	0	0	0	0	0	30	60	91
248	61	0	0	0	30	61	61	61	91	91	91	91
249	91	0	0	0	0	30	30	60	90	90	90	120
250	0	30	30	30	30	0	0	0	9	0	0	30
251	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31
252	20	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	31
253	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31

254	7	0	0	0	0	30	60	60	60	60	60	60
255	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31
256	6	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
257	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
258	181	200	30	170	170	150	150	150	150	150	150	150
259	31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	61
260	367	337	307	270	30	30	30	30	30	30	30	60
261	200	230	250	250	220	200	200	200	200	100	50	60
262	45	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	61
263	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	61
264	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	61
265	0	0	0	0	0	0	20	0	3	3	5	9
266	25	55	50	50	60	60	60	60	60	60	60	61
267	2	4	3	3	3	4	3	2	1	6	8	5
268	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
269	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
270	31	0	0	0	0	0	0	30	0	0	4	31
271	0	0	0	0	0	0	0	6	7	8	9	15
272	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
273	80	50	4	40	70	70	60	60	50	50	50	31
274	60	0	0	0	0	30	61	30	61	30	0	31
275	3	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
276	90	120	120	90	90	90	40	0	30	60	60	60
277	350	300	300	250	300	300	300	300	300	306	336	366
278	268	298	300	300	300	300	300	250	279	234	230	200
279	50	50	60	0	30	0	0	0	0	0	0	30
280	30	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
281	31	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	31
282	61	0	0	0	0	0	0	20	40	60	60	60
283	0	0	0	0	4	7	9	0	0	0	0	1
284	56	70	30	40	4	0	0	0	0	30	60	90
285	70	100	100	100	0	0	0	0	0	30	50	59
286	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0
287	5	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
288	0	7	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0
289	45	4	5	4	5	4	0	0	0	0	0	0
290	80	80	90	90	90	90	0	0	0	30	61	92
291	18	0	0	0	6	0	9	9	9	9	9	15
292	31	60	60	60	0	0	0	0	0	0	30	60
293	40	70	40	70	30	30	30	30	30	30	30	30
294	70	90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
295	31	60	61	0	0	0	0	0	0	0	25	56
296	181	180	60	60	30	30	30	30	30	30	30	30
297	210	200	200	200	0	0	0	0	0	0	250	250
298	271	5	240	240	271	271	271	271	271	271	271	271
299	272	300	330	330	300	300	180	180	151	120	90	300
300	272	300	300	300	300	300	300	300	300	330	330	365

Fuente: Elaboración propia, en base 300 operaciones de crédito por consumo. Datos tomados al azar. (Comportamiento de días de atraso en la deuda por mes en el período de un año)

## 6.2. Anexo N° 2

### Clasificación por: rango inicial-final, máxima mora y rango máximo

Rango Inicial	Rango Final	Máxima Mora	Rango Máximo
001-030	181-210	181	181-210
001-030	000-000	0	000-000
000-000	000-000	5	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	2	001-030
000-000	000-000	0	000-000
001-030	000-000	5	001-030
000-000	000-000	2	001-030
000-000	000-000	2	001-030
001-030	091-120	92	091-120
000-000	000-000	30	001-030
000-000	061-090	61	061-090
000-000	000-000	7	001-030
000-000	000-000	23	001-030
000-000	000-000	56	031-060
000-000	000-000	20	001-030
000-000	000-000	65	061-090
031-060	000-000	125	121-150
000-000	001-030	14	001-030
Mayor a 360	001-030	31	031-060
000-000	000-000	90	061-090
031-060	000-000	60	031-060
031-060	000-000	30	001-030
000-000	000-000	91	091-120
000-000	000-000	61	061-090
000-000	000-000	40	031-060
000-000	000-000	0	000-000
000-000	001-030	30	001-030
000-000	000-000	10	001-030
001-030	000-000	60	031-060
001-030	091-120	91	091-120
000-000	000-000	2	001-030
000-000	000-000	60	031-060
001-030	091-120	102	091-120
000-000	001-030	30	001-030
000-000	000-000	5	001-030
Mayor a 360	000-000	421	Mayor a 360
000-000	000-000	0	000-000
001-030	091-120	91	091-120
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	7	001-030
000-000	000-000	23	001-030
000-000	000-000	0	000-000

000-000	000-000	65	061-090
001-030	121-150	143	121-150
000-000	000-000	1	001-030
000-000	000-000	0	000-000
001-030	001-030	15	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	0	000-000
001-030	001-030	15	001-030
001-030	000-000	60	031-060
000-000	001-030	11	001-030
000-000	000-000	1	001-030
000-000	000-000	90	061-090
001-030	001-030	2	001-030
001-030	000-000	30	001-030
000-000	000-000	1	001-030
000-000	001-030	10	001-030
000-000	001-030	5	001-030
061-090	001-030	40	031-060
000-000	000-000	0	000-000
001-030	000-000	15	001-030
000-000	000-000	15	001-030
000-000	000-000	3	001-030
001-030	000-000	5	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	9	001-030
000-000	000-000	15	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	61	061-090
001-030	000-000	61	061-090
000-000	000-000	91	091-120
000-000	000-000	2	001-030
000-000	000-000	0	000-000
001-030	000-000	90	061-090
000-000	001-030	2	001-030
000-000	001-030	10	001-030
000-000	000-000	45	031-060
031-060	000-000	150	121-150
000-000	000-000	2	001-030
Mayor a 360	000-000	422	Mayor a 360
000-000	000-000	1	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	11	001-030
000-000	000-000	3	001-030
000-000	000-000	4	001-030

061-090	000-000	30	001-030
061-090	000-000	50	031-060
000-000	000-000	30	001-030
000-000	000-000	4	001-030
000-000	000-000	61	061-090
000-000	001-030	25	001-030
001-030	000-000	7	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	14	001-030
000-000	000-000	1	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	91	091-120
000-000	001-030	9	001-030
000-000	031-060	31	031-060
000-000	000-000	55	031-060
000-000	001-030	15	001-030
000-000	000-000	20	001-030
151-180	000-000	180	151-180
000-000	000-000	2	001-030
Mayor a 360	000-000	330	301-330
000-000	000-000	211	211-240
000-000	000-000	9	001-030
000-000	000-000	31	031-060
331-360	000-000	28	001-030
031-060	331-360	345	331-360
000-000	000-000	366	Mayor a 360
000-000	000-000	570	Mayor a 360
000-000	001-030	31	031-060
000-000	001-030	30	001-030
331-360	000-000	364	Mayor a 360
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	10	001-030
331-360	000-000	81	061-090
000-000	001-030	7	001-030
061-090	031-060	60	031-060
031-060	000-000	120	091-120
000-000	000-000	90	061-090
031-060	000-000	90	061-090
091-120	000-000	60	031-060
331-360	000-000	609	Mayor a 360
331-360	000-000	81	061-090
331-360	Mayor a 360	694	Mayor a 360
Mayor a 360	000-000	0	000-000
091-120	000-000	0	000-000
151-180	000-000	0	000-000
001-030	000-000	178	151-180
001-030	000-000	129	121-150
000-000	000-000	36	031-060
000-000	121-150	122	121-150
000-000	000-000	10	001-030

000-000	000-000	7	001-030
000-000	000-000	20	001-030
000-000	000-000	105	091-120
000-000	000-000	46	031-060
000-000	000-000	151	151-180
001-030	001-030	30	001-030
000-000	031-060	31	031-060
000-000	091-120	117	091-120
000-000	000-000	30	001-030
000-000	031-060	31	031-060
001-030	000-000	59	031-060
000-000	031-060	31	031-060
001-030	001-030	71	061-090
031-060	000-000	151	151-180
000-000	000-000	0	000-000
Mayor a 360	031-060	395	Mayor a 360
000-000	000-000	9	001-030
000-000	001-030	7	001-030
000-000	000-000	0	000-000
001-030	031-060	188	181-210
000-000	031-060	31	031-060
000-000	000-000	11	001-030
000-000	000-000	34	031-060
000-000	000-000	61	061-090
271-300	Mayor a 360	634	Mayor a 360
031-060	031-060	122	121-150
001-030	061-090	106	091-120
000-000	121-150	137	121-150
000-000	000-000	110	091-120
000-000	000-000	91	091-120
000-000	000-000	120	091-120
000-000	000-000	61	061-090
000-000	000-000	30	001-030
000-000	000-000	8	001-030
000-000	121-150	122	121-150
000-000	000-000	38	031-060
001-030	000-000	100	091-120
001-030	000-000	96	091-120
000-000	000-000	3	001-030
121-150	001-030	398	Mayor a 360
000-000	001-030	15	001-030
001-030	000-000	8	001-030
000-000	000-000	55	031-060
121-150	151-180	153	151-180
121-150	121-150	130	121-150
000-000	000-000	9	001-030
000-000	031-060	31	031-060
000-000	000-000	15	001-030
000-000	031-060	93	091-120
000-000	061-090	92	091-120
000-000	000-000	9	001-030
061-090	001-030	332	331-360

000-000	000-000	191	181-210
001-030	000-000	35	031-060
001-030	000-000	219	211-240
000-000	000-000	10	001-030
001-030	001-030	239	211-240
000-000	061-090	86	061-090
241-270	Mayor a 360	428	Mayor a 360
000-000	241-270	268	241-270
091-120	151-180	152	151-180
000-000	001-030	10	001-030
001-030	001-030	7	001-030
001-030	000-000	0	000-000
091-120	001-030	61	061-090
000-000	001-030	7	001-030
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	0	000-000
001-030	000-000	11	001-030
000-000	001-030	9	001-030
000-000	031-060	161	151-180
000-000	001-030	9	001-030
000-000	000-000	0	000-000
031-060	001-030	80	061-090
061-090	091-120	92	091-120
121-150	151-180	180	151-180
151-180	001-030	210	181-210
Mayor a 360	091-120	400	Mayor a 360
Mayor a 360	001-030	365	Mayor a 360
001-030	031-060	60	031-060
001-030	001-030	40	031-060
001-030	061-090	61	061-090
001-030	001-030	5	001-030
000-000	031-060	59	031-060
031-060	031-060	59	031-060
061-090	061-090	110	091-120
Mayor a 360	001-030	31	031-060
Mayor a 360	Mayor a 360	365	Mayor a 360
Mayor a 360	091-120	330	301-330
241-270	061-090	300	271-300
000-000	031-060	40	031-060
000-000	000-000	0	000-000
000-000	001-030	9	001-030
Mayor a 360	151-180	530	Mayor a 360
061-090	061-090	61	061-090
181-210	121-150	121	121-150
000-000	001-030	10	001-030
061-090	061-090	90	061-090
000-000	000-000	40	031-060
031-060	091-120	100	091-120
001-030	031-060	50	031-060
001-030	001-030	5	001-030

031-060	031-060	40	031-060
000-000	000-000	0	000-000
000-000	000-000	0	000-000
001-030	031-060	31	031-060
031-060	061-090	61	061-090
031-060	091-120	91	091-120
061-090	091-120	91	091-120
091-120	091-120	120	091-120
000-000	001-030	30	001-030
001-030	031-060	31	031-060
001-030	031-060	31	031-060
001-030	031-060	31	031-060
001-030	031-060	60	031-060
001-030	031-060	31	031-060
001-030	000-000	6	001-030
001-030	000-000	7	001-030
181-210	121-150	200	181-210
031-060	061-090	61	061-090
Mayor a 360	031-060	337	331-360
181-210	031-060	250	241-270
031-060	061-090	61	061-090
000-000	061-090	61	061-090
000-000	061-090	61	061-090
000-000	001-030	20	001-030
001-030	061-090	61	061-090
001-030	001-030	8	001-030
001-030	001-030	1	001-030
001-030	001-030	30	001-030
031-060	031-060	31	031-060
000-000	001-030	15	001-030
001-030	001-030	5	001-030
061-090	031-060	70	061-090
031-060	031-060	61	061-090
001-030	000-000	3	001-030
061-090	031-060	120	091-120
331-360	Mayor a 360	366	Mayor a 360
241-270	181-210	300	271-300
031-060	001-030	60	031-060
001-030	001-030	30	001-030
031-060	031-060	31	031-060
061-090	031-060	60	031-060
000-000	001-030	9	001-030
031-060	061-090	90	061-090
061-090	031-060	100	091-120
001-030	000-000	9	001-030
001-030	000-000	5	001-030
000-000	000-000	7	001-030
031-060	000-000	5	001-030
061-090	091-120	92	091-120
001-030	001-030	15	001-030
031-060	031-060	60	031-060
031-060	001-030	70	061-090

061-090	001-030	90	061-090
031-060	031-060	61	061-090
181-210	001-030	180	151-180
181-210	241-270	250	241-270
271-300	271-300	271	271-300

271-300	271-300	330	301-330
271-300	Mayor a 360	365	Mayor a 360

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos del Anexo N° 1, (Se elabora una plantilla en Excel a partir de Anexo N° 1)

### 6.3. Anexo N° 3

#### Matriz de default por mora rango máximo

Cuenta de Rango inicial	Rango máximo														Total general
	000-000	001-030	031-060	061-090	091-120	121-150	151-180	181-210	211-240	241-270	271-300	301-330	331-360	Mayor a 360	
000-000	17,4%	47,1%	13,5%	9,0%	6,5%	1,9%	1,3%	0,6%	0,6%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	1,3%	100,0%
001-030	3,4%	42,4%	22,0%	8,5%	11,9%	3,4%	1,7%	3,4%	3,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
031-060	0,0%	7,7%	26,9%	34,6%	11,5%	11,5%	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,8%	0,0%	100,0%
061-090	0,0%	6,3%	25,0%	25,0%	37,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,3%	0,0%	100,0%
091-120	20,0%	0,0%	20,0%	20,0%	20,0%	0,0%	20,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
121-150	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	50,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	100,0%
151-180	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	33,3%	33,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
181-210	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	20,0%	20,0%	20,0%	0,0%	40,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	100,0%
241-270	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	66,7%	0,0%	0,0%	33,3%	100,0%
271-300	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	25,0%	25,0%	0,0%	50,0%	100,0%
331-360	0,0%	14,3%	0,0%	28,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	57,1%	100,0%
Mayor a 360	7,7%	0,0%	15,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	15,4%	7,7%	53,8%	100,0%

Fuente: Elaboración propia

## **7. SOPORTE ELECTRÓNICO ( C. D. )**

**[ SOPORTE ELECTRÓNICO ( C. D. ) :**

**PEGAR AQUÍ EL SOBRE CON EL C. D. ,**

**O UNIRLO EN EL ANILLADO.**

**DEBE SER UN ÚNICO ARCHIVO ,**

**EN FORMATO WORD.**

**DENOMINACIÓN DEL ARCHIVO:**

**Apellido(s) , Nombre(s) – Título compactado del Trabajo Final**

**ETIQUETA DEL C. D. :**

**Idem a la denominación del archivo.**

**C. D. : preferentemente NO regrabable.**

**NO DEBE APLICARSE NINGÚN**

**TIPO DE CLAVE QUE IMPIDA LA LIBRE**

**APERTURA DEL ARCHIVO Y EL ACCESO COMPLETO**

**A TODOS LOS APARTADOS DEL MISMO.**