



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA  
FACULTAD DE MINAS**

**TRABAJO DE GRADO  
MAESTRÍA INGENIERÍA ADMINISTRATIVA  
ÉNFASIS EN INGENIERÍA FINANCIERA  
MODALIDAD DE PROFUNDIZACIÓN**

**TITULO:** IDENTIFICACIÓN DE UNA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL UTILIZANDO REDES BAYESIANAS

**PROFESOR QUE AVALA LA PROPUESTA:** SERGIO BOTERO BOTERO Ph D

**AUTOR:** FERNANDO ESTEBAN POSADA ESPINAL C.C: 71.769.830

**CARRERA:** Administrador de Empresas.

**EMAIL:** [feposadae@unal.edu.co](mailto:feposadae@unal.edu.co)  
[estebanposada69@gmail.com](mailto:estebanposada69@gmail.com)

**TELEFONO:** Apto 4965810 Oficina 2195808 Celular 3006145604

**LINEA DE ENFASIS:** Ingeniería Financiera

**MODALIDAD:** Profundización

## Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN .....	6
DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO .....	8
ESTRUCTURACION DEL PROBLEMA O NECESIDAD .....	10
SITUACION PROBLEMÁTICA .....	10
FORMULACION DE OBJETIVOS.....	11
OBJETIVO GENERAL.....	11
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
METODOLOGÍA GENERAL DE INVESTIGACIÓN .....	12
MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	14
EL CONCEPTO DE RIESGO.....	14
DEFINICIÓN.....	14
CLASIFICACIÓN DEL RIESGO .....	15
PROCESO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS .....	17
EL CONCEPTO DE RIESGO OPERATIVO .....	21
DEFINICIÓN.....	21
Riesgo legal.....	21
Riesgo reputacional.....	21
Riesgo inherente.....	21
Riesgo residual.....	21
Plan de continuidad del negocio .....	22
FACTORES DE RIESGO .....	22
Factores de Riesgo Internos .....	22
Fraude Interno .....	22
Relaciones laborales.....	22
Procesos .....	22
Tecnología.....	22
Infraestructura .....	22
Factores de Riesgo Externos .....	23
Fraude Externo.....	23
Clientes .....	23
Pérdidas.....	23
EVENTOS DE RIESGO OPERATIVO.....	23
Eventos de pérdida.....	23
LÍNEAS DE NEGOCIO EXPUESTAS A RO.....	25
MARCO NORMATIVO Y ANTECEDENTES PARA COLOMBIA .....	25
Marco normativo para Colombia .....	25
Antecedentes sobre la Implementación de SARO en Colombia .....	26
METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERATIVO.....	29
ENFOQUE DESCENDENTE (top-down) .....	30
MODELO DEL INDICADOR BÁSICO.....	30
MODELO ESTÁNDAR .....	31
DATOS EXTERNOS .....	32
ENFOQUE ASCENDENTE (Bottom-up).....	32

La Teoría del Valor Extremo, (EVT).....	33
Los picos sobre el umbral (POT).....	33
<b>TEORÍA DE LAS REDES BAYESIANAS .....</b>	<b>34</b>
DEFINICIÓN.....	34
INFERENCIA.....	36
PRINCIPALES APLICACIONES .....	36
APLICACIÓN A LA MEDICIÓN DE RIESGO OPERATIVO.....	37
ALCANCES DEL TRABAJO.....	38
LIMITACIONES DEL TRABAJO .....	39
CRONOGRAMA.....	41
PRESUPUESTO .....	42
RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERATIVO .....	43
ETAPA 1: Seleccionar las Líneas de Negocio .....	44
ETAPA 2: Categorizar los Posibles Eventos de Pérdida.....	45
ETAPA 3: Definir Niveles de Severidad para los Eventos de Pérdida.....	45
ETAPA 4: Identificar Indicadores de Riesgo .....	45
ETAPA 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida ...	47
ETAPA 6: Construir el Modelo de Redes Bayesianas.....	47
ETAPA 7: Validar el Modelo de Redes Bayesianas.....	48
ETAPA 8: Obtener la Distribución de Pérdida.....	48
ETAPA 9: Calcular la Provisión Total .....	49
<b>APLICACIÓN DEL MODELO DE REDES BAYESIANAS A UNA ENTIDAD</b>	
<b>FINANCIERA ESPECÍFICA .....</b>	<b>50</b>
Consideraciones generales sobre la recolección de la información.....	50
ETAPA 1: Seleccionar las Líneas de Negocio .....	51
ETAPA 2: Categorizar los Posibles Eventos de Pérdida.....	53
ETAPA 3: Definir Niveles de Severidad para los Eventos de Pérdida.....	54
ETAPA 4: Identificar Indicadores de Riesgo .....	54
ETAPA 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida ...	58
ETAPA 6: Construir el Modelo de Redes Bayesianas.....	61
ETAPA 7: Validar el Modelo de Redes Bayesianas.....	64
ETAPA 8: Obtención de la Distribución de Pérdida .....	69
ETAPA 9: Calcular la Provisión Total .....	78
HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES .....	79
BIBLIOGRAFIA .....	81

## Índice de Ilustraciones y de Tablas

Grafica 1: principales casos de pérdidas por riesgo operativo a nivel mundial.....	7
Grafica 2: El acuerdo de Basilea II, Los tres pilares fundamentales.....	9
Tabla 1: Factores y efectos de pérdidas por riesgo operacional a nivel internacional.....	10
Tabla 2: Factores y efectos de pérdidas por riesgo operacional a nivel Nacional.....	11
Grafica 3: Diagrama del Modelo Metodológico.....	13
Grafica 4: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo.....	19
Grafica 5: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo.....	20
Grafica 6: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo.....	20
Tabla 3: Clasificación de los eventos de Pérdidas debidas al Riego Operativo.....	24
Grafica 7: Nivel de implementación de los SAR en Entidades Bancarias de países Latinoamericanas.....	26
Grafica 8: Principales motivos de implementación de los SARO en bancos de Latinoamérica.....	27
Grafica 9: Nivel de avance de implementación de los SARO en bancos de Latinoamérica.....	28
Grafica 10: Existencia de bases de datos para la medición del SARO en bancos de Latinoamérica.....	28
Grafica 11: Dificultades más recurrentes para la medición del SARO en bancos de Latinoamérica.....	29
Grafica 12: Modelos para la medición del riesgo operacional.....	30
Tabla 4: Beta para cada línea de negocio de Entidades Financieras.....	31
Grafica 13: Medida de la carga de capital por la metodología EVT.....	33
Grafica 14: Medida de la carga de capital por la metodología POT.....	34
Grafica 15: Esquema básico de un modelo de red bayesiana.....	35
Tabla 5: Cronograma del proyecto.....	41
Tabla 6: Presupuesto del proyecto.....	42
Grafica 16: Modelo de identificación y medición de perdidas asociados a eventos de RO.....	44
Grafica 17: Red de Relación de indicadores.....	46
Tabla 7: Matriz de probabilidades asociada a cada indicador.....	47
Tabla 8: Cantidad de eventos asociados a pérdidas de RO.....	49
Tabla 9: Procesos y actividades producto Banca Empresarial.....	53
Tabla 10: Indicadores de Riesgo para la Categoría Fraude Interno.....	55
Tabla 11: Indicadores de Riesgo para la Categoría Fraude Externo.....	55
Tabla 12: Indicadores de Riesgo para la Categoría Prácticas de Empleo y Seguridad del área de Trabajo.....	55
Tabla 13: Indicadores de Riesgo para la Categoría Clientes, Productos y Prácticas del Negocio.....	56
Tabla 14: Indicadores de Riesgo para la Categoría Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas de información.....	56
Tabla 15: Indicadores de Riesgo para la Categoría Ejecución y Manejo de Procesos.....	57
Tabla 16: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Fraude Interno.....	57
Tabla 17: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Prácticas de Empleo y Seguridad en el Área de Trabajo.....	58

Tabla 18: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Ejecución y Manejo de Procesos .....	58
Tabla 19: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Frauda Interno .....	59
Tabla 20: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Frauda Externo.....	59
Tabla 21: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Prácticas de Empleo y Seguridad del área de Trabajo .....	59
Tabla 22: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Clientes, Productos y Prácticas del Negocio .....	60
Tabla 23: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas de información .....	60
Tabla 24: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Ejecución y Manejo de Procesos .....	60
Grafica 18: Nivel actual del indicador Supervisión .....	61
Grafica 19: Red Bayesiana de relaciones entre Factores de Riesgo - Indicadores .....	62
Grafica 20: Cálculo de probabilidades condicionales para el indicador Seguridad en el envío de claves .....	63
Grafica 21: Cálculo de probabilidades condicionales para el Facto Fraude Externo .....	63
Grafica 22: Obtención de probabilidades del factor Fraude Interno.....	64
Grafica 23: Obtención de probabilidades del factor Fraude Externo .....	65
Grafica 24: Obtención de probabilidades del factor Practicas de Empleo y seguridad en el ambiente de trabajo.....	66
Grafica 25: Obtención de probabilidades del factor Clientes/Productos .....	67
Grafica 26: Obtención de probabilidades del factor Interrupción en el Servicio.....	67
Grafica 27: Obtención de probabilidades del factor Procesos .....	68
Tabla 25 Distribución de probabilidad para cada nivel de Perdidas.....	69
Grafica 28: Distribución de probabilidades del factor Fraude Interno .....	69
Grafica 29: Distribución de probabilidades del factor Fraude Externo.....	70
Grafica 30: Distribución de probabilidades del factor Practicas de empleo y seguridad en el ambiente de trabajo.....	70
Grafica 31: Distribución de probabilidades del factor Clientes / Productos.....	70
Grafica 32: Distribución de probabilidades del factor Interrupción en el servicio.....	71
Grafica 33: Distribución de probabilidades del factor Procesos.....	71
Grafica 34: Distribución de probabilidades para el nivel 1 de pérdidas .....	72
Grafica 35: Distribución de probabilidades para el nivel 2 de pérdidas .....	72
Grafica 36: Distribución de probabilidades para el nivel 3 de pérdidas .....	73
Grafica 37: Distribución de probabilidades para el nivel 4 de pérdidas .....	73
Grafica 38: Distribución de probabilidades para el nivel 5 de pérdidas .....	74
Grafica 39: Distribución de pérdidas del factor Fraude Interno.....	74
Grafica 40: Distribución de pérdidas del factor Fraude Externo .....	75
Grafica 41: Distribución de pérdidas del factor Practicas de Empleo y seguridad en el ambiente de trabajo.....	75
Grafica 42: Distribución de pérdidas del factor Clientes / Productos .....	76
Grafica 43: Distribución de pérdidas del factor Interrupción en el servicio.....	76
Grafica 44: Distribución de pérdidas del factor Procesos .....	77
Grafica 45 Distribución de pérdidas agregadas para la línea de negocio Banca Empresarial .....	77
Tabla 26: Pérdidas esperadas y pérdidas no esperadas para cada factor de RO .....	78

## INTRODUCCIÓN

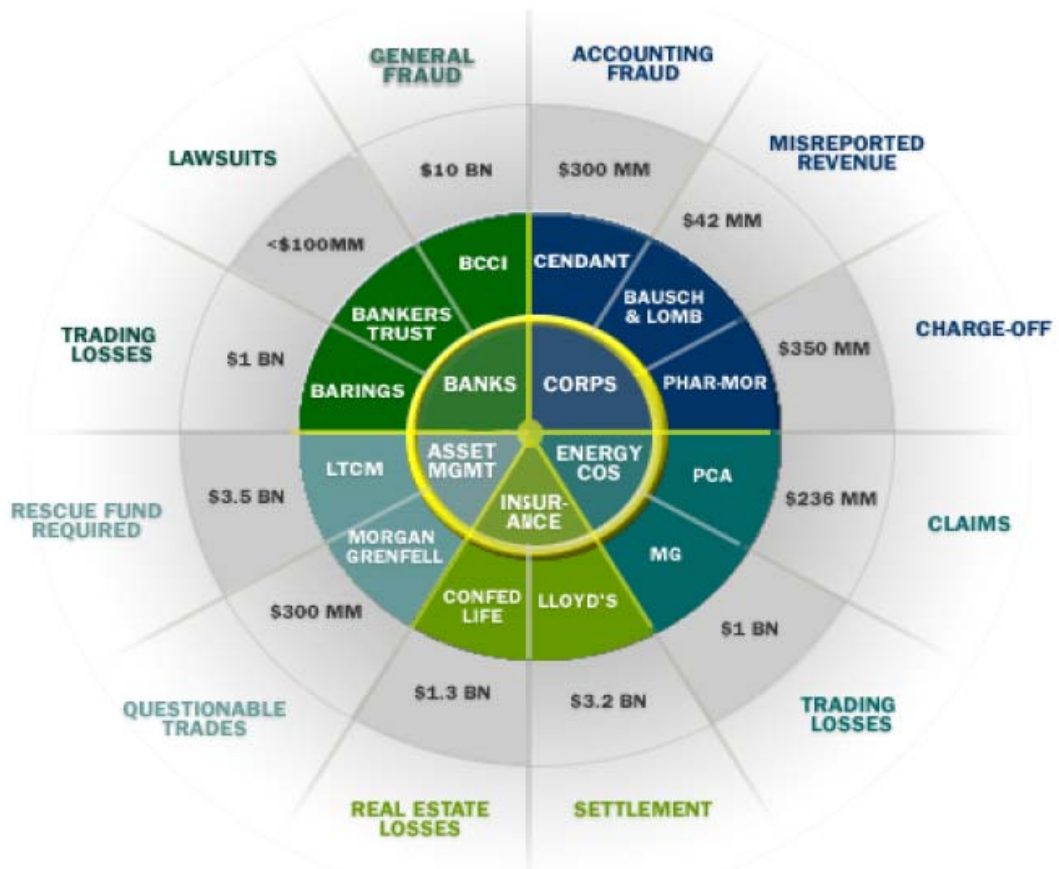
El riesgo operativo o riesgo operacional es uno de los riesgos financieros que ha sido estudiado a mayor nivel de detalle en la última década tanto a nivel internacional como en el ámbito local, permitiendo que de este estudio se desprendan la adopción de diversas metodologías para su comprensión, cuantificación y gestión.

En primera instancia esta preocupación y relevante interés por su medición se ha orientado a las entidades del sector financiero, las cuales por su impacto e incidencia en la economía de un país requieren un alto nivel de control y regulación por parte de las entidades gubernamentales de control financiero. Por esto desde finales del siglo XX se han venido gestando una serie de acuerdos a nivel internacional entre las potencias económicas de mayor nivel de desarrollo, para el cumplimiento de estándares internacionales sobre el control de riesgos financieros, dentro de los cuales el riesgo operativo representa uno de los más significativos.

No cabe duda que los mayores niveles de complejidad de las operaciones, las actuales tendencias de integración de mercados tanto financieros como productivos y la potencialización en el uso de herramientas tecnológicas computacionales cada vez más sofisticadas pero a su vez vulnerables han generado en el ámbito mundial una gran preocupación por aquellos eventos o factores de riesgo que puedan comprometer la continuidad en la ejecución de los negocios.

Así mismo, los escándalos y crisis de empresas tanto del sector industrial, comercial, como en las de servicios financieros que han desembocado en la banca rota de estas compañías, involucran aspectos internos o externos relacionados con procesos, personas, recursos tecnológicos y demás aspectos evidentemente operativos de amplio espectro de control organizacional.

Se cuenta con evidencia suficiente que permite afirmar que las empresas se encuentran expuestas a diversos factores internos y externos que derivan en pérdidas económicas significativas y que en determinadas ocasiones pueden llevar a las compañías a situaciones de crisis e incluso de descalabro financiero, algunos de los casos más renombrados a nivel mundial son:



Grafica 1: principales casos de pérdidas por riesgo operativo a nivel mundial.  
Fuente: Ernest & Young Consulting Ltda

Todos estos antecedentes y evidencias generan en los directivos empresariales, en los inversores de estas compañías y en los entes gubernamentales de regulación y control de la implementación de mejores y más robustas metodologías de identificación, medición y gestión de los riesgos internos y externos inherentes al negocio.

A nivel nacional podemos recordar las multas a EPS por el manejo y tratamiento a los desechos hospitalarios, las demandas por negligencias en atenciones medicas, los casos de aerolíneas que se declaran en quiebra por las demandas ocasionadas tras los accidentes aéreos, las pérdidas económicas ocasionadas por la interrupción en el suministro de agua potable y energía eléctrica sufridas en los últimos años, desafortunadamente – y esta es una de las situaciones más recurrentes frente al tema de la medición de RO- es la falta de procedimientos adecuados de recopilación de datos de riesgo operativo (eventos y consecuencias) y la dificultad para acceder a la información existente.

## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

A través de la historia han ocurrido tanto en el ámbito interno de cada país como a nivel global acontecimientos de carácter impredecible que han causado un impacto considerable en los mercados financieros y en las empresas, (Hull, 2007). Sin embargo, fue sólo hasta finales del siglo XX que se empezó a mostrar un verdadero interés en el análisis y el manejo del riesgo, buscando obtener una protección definitiva o parcial contra las posibles implicaciones que estos sucesos inesperados pudieran causar en los recursos de las organizaciones. A partir de este momento, empezaron a verse grandes desarrollos tanto en la identificación y medición del riesgo como en el diseño de posibles estrategias para asumirlo, controlarlo, minimizarlo o transferirlo.

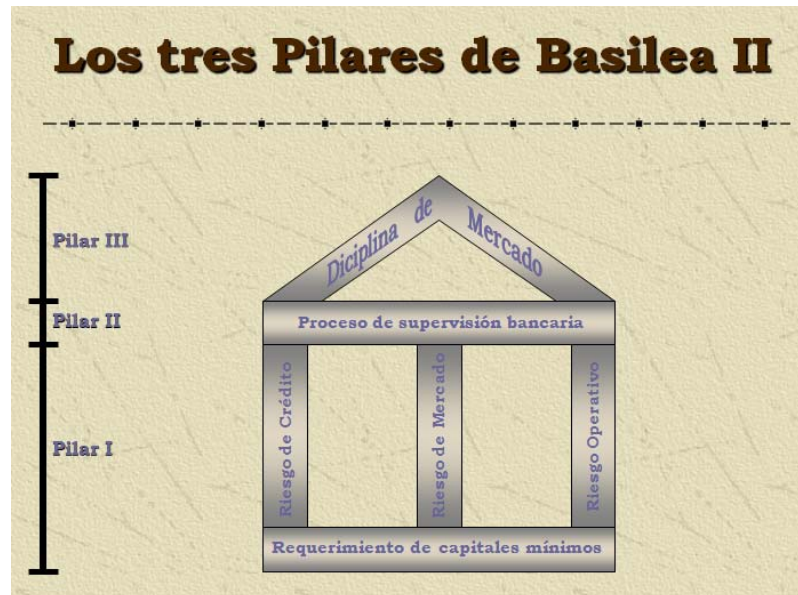
El proceso de gestión de riesgos, el cual consiste en identificar, cuantificar, gestionar y monitorear los riesgos actuales y futuros que afronta una entidad, ha sido implementado por un gran número de empresas financieras y no financieras. El primer tipo de riesgo en ser analizado por las empresas, en este caso financieras, fue el riesgo crediticio. Con este fin, el Comité de Basilea estableció en 1988 los requerimientos de capital mínimo y prácticas internas de gestión que todos los bancos deberían implementar para el manejo de este tipo de riesgo.

En la siguiente década se iniciaron los esfuerzos para la identificación, cuantificación y cubrimiento del riesgo de mercado, es decir, el relacionado con variables internas y externas de mercado que afecten los precios y por tanto el valor de los activos, algunas de estas variables pueden ser: tasas de cambio, tasas de interés, precios de acciones y materia prima (*commodities*).

A partir del año 2000, las empresas han enfocado su atención al manejo del riesgo operativo, un tipo de riesgo que había sido considerado por muchas instituciones financieras como no cuantificable. El Comité de Basilea, ha venido elaborando los cimientos para un Nuevo Acuerdo, cuya versión final fue publicada hacia fines del año 2004.

En este acuerdo, se abarcan explícitamente otros riesgos además del crediticio y el de mercado ya que, de acuerdo con el pensamiento del Comité, éstos también pueden representar sustanciales peligros para la solidez y seguridad del sistema bancario internacional. (Comité de Supervisión Bancario de Basilea, 2004)





Grafica 2: El acuerdo de Basilea II, Los tres pilares fundamentales  
Fuente: El autor

El principal interés de las entidades financieras que adecuen sus sistemas integrales de Administración de de riesgos (SAR) a los lineamientos establecido en el acuerdo marco de Basilea, se orienta al cumplimiento de los tres pilares fundamentales así como a la autorregulación y cumplimiento de medidas establecidas por los órganos de regulación y control financiero gubernamental.

El objetivo del presente proyecto es profundizar en la implementación de nuevas metodologías de cuantificación del nivel de exposición de recursos institucionales a las pérdidas potenciales por RO así como la determinación de los requerimientos mínimos de capital para afrontar estos riesgos.

Para este fin se propone realizar una revisión de los diferentes modelos de medición propuestos a niveles internacionales y validados y reconocidos por el ente de regulación financiero nacional (Superintendencia Financiera de Colombia).

Adicionalmente se profundizará en la cuantificación del RO a través de la metodología de Redes Bayesianas evaluando las aproximaciones teóricas a los modelos y las aplicaciones que en diferentes contextos se hayan realizado.

## ESTRUCTURACION DEL PROBLEMA O NECESIDAD

### SITUACION PROBLEMÁTICA

Durante los últimos años se han reportado casos importantes de instituciones financieras que han presentado pérdidas superiores a los doscientos millones de dólares debido a la carencia de un proceso estructurado de manejo del riesgo operativo. Se pueden mencionar, entre otros, los siguientes casos:

FACTOR	ENTIDAD ... (Pérdidas)
FRAUDE INTERNO	BARINGS: USD 1,4 Billones
FRAUDE EXTERNO	REPUBLIC NEW YORK CORP: USD 611 millones
PRACTICAS DE EMPLEADOS	MERRILL LINCH: USD 250 millones
CLIENTES, PRODUCTOS Y PRACTICAS DE NEGOCIOS	HOUSEHOLD INTERNATIONAL: USD 484 millones
DAÑOS A ACTIVOS FÍSICOS	BANK OF NEW YORK: USD 140 millones
TECNOLOGÍA	SOLOMON BROTHERS: USD 303 millones
ADMINISTRACIÓN DE PROCESOS	BANK OF AMERICA: USD 225 millones

Tabla 1: Factores y efectos de pérdidas por riesgo operacional a nivel internacional  
Fuente: Hull, Jhon

Adicionalmente a esto en el ámbito local, se pueden encontrar situaciones similares, que considerando las proporciones han desembocado en pérdidas millonarias que en ocasiones han puesto en apuros a las organizaciones y han incluso puesto en peligro la continuidad de los negocios de estas organizaciones. Algunas de estas situaciones son las siguientes.

SECTOR-INDUSTRIA	EMPRESA ... (Pérdidas)
Manejo de basuras y desechos hospitalarios	???
Muerte de pacientes por atención en EPS	???
Accidentes Aéreos	WEST CARIBEEAN ???
Interrupción del suministro de agua potable	E.S.P CUCUTA Sanción por 1200 millones
Apagón eléctrico de abril de 2007	ISA, sanción por 923 millones

Tabla 2: Factores y efectos de pérdidas por riesgo operacional a nivel Nacional  
Fuente: Hull, Jhon

Estos antecedentes, sumados al requerimiento normativo que sobre las entidades del sector financiero colombiano se incorporan del acuerdo marco de Basilea, obligan a las entidades a reconocer la importancia de implementar un Sistema Integrado de Administración de Riesgo Operativo (SARO) que mitigue el nivel de exposición a este tipo de riesgo del capital institucional y a adecuar sus procedimientos y prácticas de control con miras a la reducción del capital expuesto y por tanto la provisión que por dicho riesgo se debería aprovisionar.

Sin embargo, dado lo novedoso y reciente de este requerimiento es posible que las diferentes entidades no cuenten con los sistemas de información lo suficientemente adecuados y con las bases de datos suficientemente amplias sobre los efectos económicos y los eventos de exposición a RO que a lo largo de la historia de la entidad se hayan presentado.

Esta situación es la que posibilita que alternativas como la metodología de cuantificación de exposición de capital a eventos de RO a través de modelos causales (modelos de redes bayesianas, sistemas de inferencia difusa, etc.) puedan ser implementadas ante la ausencia total o parcial de series de datos estadísticos que requieren otras metodologías probadas y validadas.

Adicionalmente los modelos propuestos por el comité de Basilea se centran exclusivamente en análisis estadísticos, soportados en datos históricos recopilados por la entidad y que han sido consolidados a través del tiempo, dejando de lado información cualitativa interna y /o

## **FORMULACION DE OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo general del presente proyecto de tesis de Maestría es proponer y desarrollar una metodología estructurada para la identificación y medición del riesgo operativo basada en modelos causales<sup>1</sup>, aplicable tanto a entidades financieras o empresas industriales y comerciales expuestas a factores de riesgo operativo, utilizando bases de datos y fuentes de información primarias para la validación y prueba del modelo.

---

<sup>1</sup> Un modelo causal en un modelo que muestre cómo los atributos y variables que han de predecirse dependen entre sí.

## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

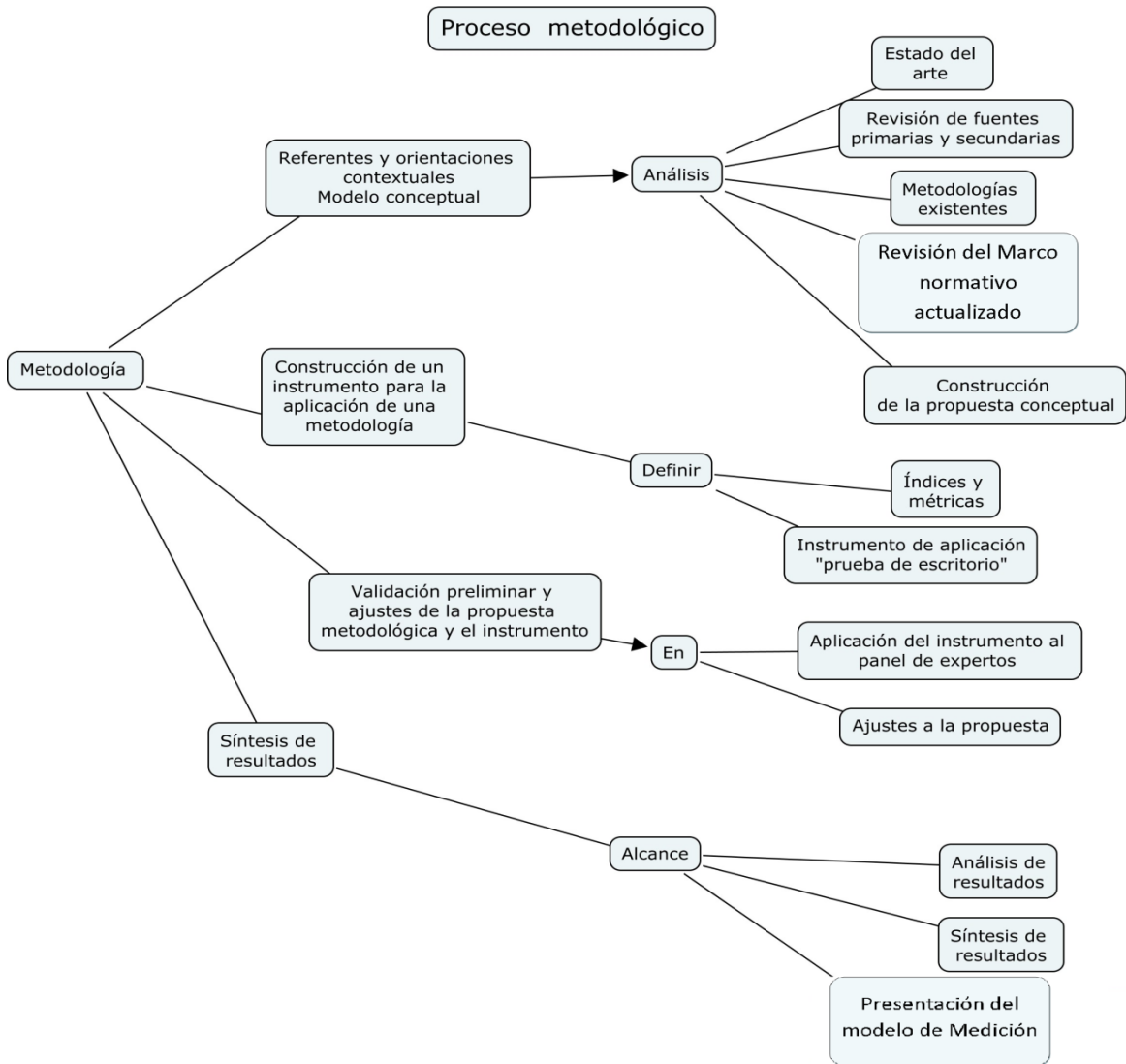
- ❖ Estudiar las metodologías y procedimientos existentes y validados a nivel nacional para la medición del riesgo operativo utilizando modelos causales<sup>2</sup>.
- ❖ Proponer y desarrollar una metodología estructurada para la identificación y medición del riesgo operativo basada en modelos causales
- ❖ Aplicar la metodología elaborada a bases de datos existentes o a empresas que cuenten con los procedimientos y demás información referente a eventos de riesgo operacional.

## METODOLOGÍA GENERAL DE INVESTIGACIÓN

La metodología general propuesta se basa en la consecución de información teórica de modelos y metodologías de identificación y medición del RO, así como la obtención de información cuantitativa y cualitativa obtenida en la empresa seleccionada para el análisis del manejo actual del mismo. La metodología general que se usará para desarrollar este proyecto se puede describir más detalladamente de la siguiente manera:

---

<sup>2</sup> Algunos de los modelos causales a considerar son: Redes bayesianas, Sistemas de inferencia difusos como modelos cuantitativos y modelos econométricos dentro de la gama de los cuantitativos.



Grafica 3: Diagrama del Modelo Metodológico  
Fuente: Construcción del Autor

## MARCO TEÓRICO Y REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### EL CONCEPTO DE RIESGO

#### DEFINICIÓN

A lo largo de los tiempos el concepto de riesgo ha sido refinado, adecuándose de acuerdo con los fundamentos de medición y características propias de las variables sobre las cuales subyace o recae dicho concepto, a continuación presentamos algunas definiciones generales sobre riesgo, haciendo la salvedad que dichas definiciones se centran exclusivamente en el concepto de riesgo desde el punto de vista financiero:

“la volatilidad de los resultados esperados, generalmente el valor de activos o pasivos de interés”. El riesgo es originado por diferentes tipos de factores, tales como errores humanos, ciclos del mercado, cambios en políticas gubernamentales, guerras y eventos catastróficos, entre otros (JORION, 2000)

“Es una medida de potencial de pérdida económica o lesión en términos de la probabilidad de ocurrencia de un evento no deseado junto con la magnitud de las consecuencias”. (COVENIN, 1995)

“Es la probabilidad de que suceda un evento, impacto o consecuencia adversos. Se entiende también como la medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro, y está en relación con la frecuencia con que se presente el evento”.

#### Dimensiones o medidas del Riesgo

De las anteriores definiciones se pueden identificar dos dimensiones del riesgo financiero:

- A. El riesgo está asociado a un evento que aún no ha ocurrido pero que podría ocurrir, sobre cuya ocurrencia existe incertidumbre.
- B. La ocurrencia del evento tendría impactos financieros negativos o positivos (pérdidas o ganancias) no previstas o esperadas.

Sobre estas propiedades fundamentales del riesgo, se cimientan las diferentes percepciones del riesgo financiero –que a su vez originan diferentes definiciones de riesgo–, y que dependen de la perspectiva en la que se enfrente la definición. Así por ejemplo, una percepción psicológica subjetiva común entiende al riesgo como algo

que debe evitarse debido a que supone que está dotado de una cualidad esencialmente nociva. Esta visión es imprecisa: el riesgo puede ser tanto menos beneficioso o lesivo dependiendo de la tolerancia al riesgo y la aversión o apetito del riesgo que se posea en la Gestión de Riesgos.

Cuantitativamente es prudente no asociar el riesgo como sinónimo de probabilidad de ocurrencia del evento, sino más bien como el resultado de la combinación que se presenta de la probabilidad del evento y su impacto financiero (pérdida en unidades monetarias). Esta definición se aproxima a la de la norma ISO/IEC Guide 73, que define el riesgo como la probabilidad de un evento y sus consecuencias.

En éste orden de ideas, es también relevante diferenciar entre los términos que refieren al riesgo como una pérdida posible, una pérdida probable, o una pérdida potencial: la distinción podría depender de las unidades en que las que se mida el riesgo.

- ❖ Una probabilidad de pérdida sería la probabilidad de 0 a 100% de que se produzca un suceso que ocasione pérdidas. Esta probabilidad es obtenida con métodos cuantitativos (estadísticos).
  
- ❖ Una posibilidad de pérdida se refiere a la ocasión de que se produzca un suceso que resulte en pérdidas. Esta posibilidad no es obtenida con métodos cuantitativos.
  
- ❖ Una pérdida potencial puede ser entendida como una pérdida cuantificada en unidades monetarias, no en términos de posibilidad o probabilidad.

Lo anterior trasciende las definiciones de riesgo propuestas preliminarmente, refiriéndose más precisamente al método con que se mide cada riesgo, e incluso a las propiedades que el método cuantitativo de medición debería poseer para ser una medida adecuada del riesgo.

## **CLASIFICACIÓN DEL RIESGO**

Dependiendo del tipo de variables o factores que lo generen, el riesgo financiero en las corporaciones está dividido en cuatro grandes categorías, las cuales abarcan cualquier tipo de evento o variable que tenga asociado cierto grado de incertidumbre que pueda afectar los resultados financieros de la empresa. Dichas categorías son:

Riesgo de Mercado  
Riesgo de Crédito  
Riesgo Estratégico o de Negocio  
Riesgo Operacional

Estos tipos de riesgos pueden, a su vez, interactuar entre sí. A continuación se define cada uno de ellos.

#### Riesgo de Mercado

El riesgo de mercado está asociado a la volatilidad en los resultados financieros de una empresa causada por variables del mercado dentro del cual participa, tales como los precios, las tasas de interés, las tasas de cambio, la inflación, entre otras. Una vez cuantificado, el riesgo de mercado representa una medida de la capacidad de las empresas para adaptarse a los cambios de dichas variables del mercado.

#### Riesgo de Crédito

Este tipo de riesgo está asociado a la incapacidad o no intencionalidad de una contraparte para cumplir con las obligaciones de una emisión o con los términos contractuales de la misma (monto, intereses o plazos), ocasionando una pérdida para la parte que posee los activos. También se puede definir como la pérdida potencial en el valor de mercado en que se puede incurrir dada la ocurrencia de un evento de crédito, en donde un evento de crédito ocurre cuando hay un cambio en la capacidad de la contraparte para cumplir sus obligaciones. (JORION, 2000)

El Riesgo de Crédito incluye algunas subcategorías tales como riesgo de liquidez y riesgo país.

#### Riesgo Operacional

Basilea, ha definido el Riesgo Operativo como: “el riesgo de pérdida causada por falla o insuficiencia de procesos, personas y sistemas internos, o por eventos externos”. Esta definición será explorada más detalladamente en la próxima sección de este capítulo. (Comité de Supervisión Bancario de Basilea, 2004)

#### Riesgo Estratégico

Este tipo de riesgo está asociado a la incertidumbre en los resultados financieros debida a decisiones estratégicas tomadas por la empresa las cuales pueden afectar el



posicionamiento y la reputación de la compañía en el mercado en el que se desenvuelve.

En la última década ha tomado fuerza y se han desarrollado acciones para la cuantificación gestión de un riesgo asociado al Lavado de Activos y Financiamiento del Terrorismo (LA/FT)

Riesgo de Lavado de Activos y Financiación del terrorismo

Es la posibilidad de pérdida o daño que puede sufrir una entidad por su propensión a ser utilizada directamente o a través de sus operaciones como instrumento para el lavado de activos y/o canalización de recursos hacia la realización de actividades terroristas.

## **PROCESO DE GESTIÓN INTEGRAL DE RIESGOS**

Dado el grado de importancia que ha alcanzado actualmente para todo tipo de organización el conocimiento y administración de los riesgos a los cuales se encuentra expuesta, muchos autores han propuesto diferentes metodologías orientadas a facilitar este proceso de administración del riesgo. A continuación se propone una metodología de administración del riesgo general, la cual fue puede ser implementada por cualquier tipo de entidad a manera de Sistema, y que en un sentido muy amplio se le denomina Sistema de Administración de Riesgo (SAR) y se asocia a cualquiera de los diferentes tipos de riesgo presentado anteriormente.

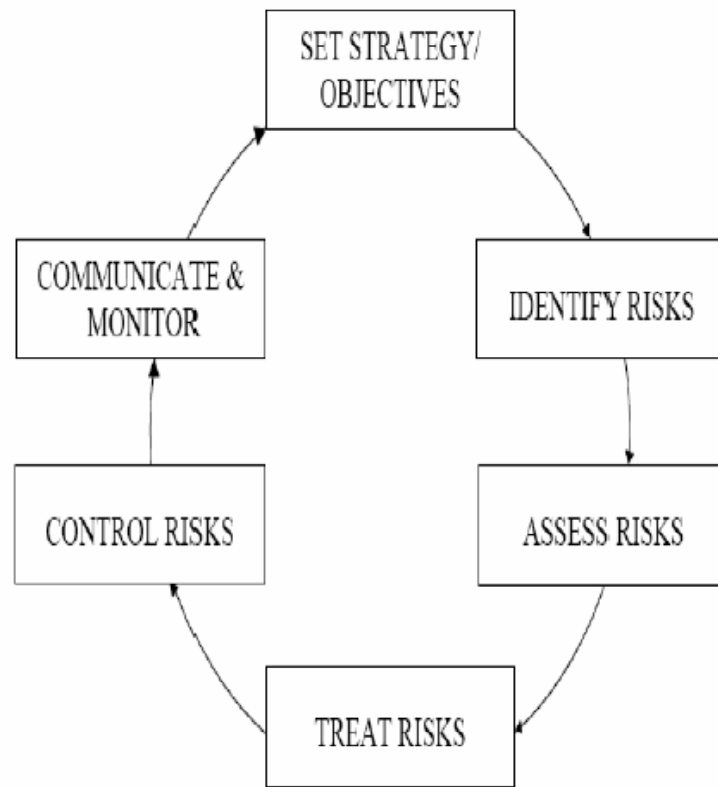
De esta manera podemos encontrar en estas instituciones un SARC, Sistema de Administración de Riesgo de Crédito, igualmente se puede implementar un SARO, SARM o SARE tratándose de riesgos operativos, de Mercado o estratégico respectivamente.

Una de las etapas del proceso de administración del riesgo más estudiadas por los expertos en el tema es la identificación y cuantificación de las exposiciones. Se trata de establecer la relación entre las variables a las que está asociada la incertidumbre y las variables de desempeño de la compañía, tales como el flujo de caja y utilidades, para luego obtener una distribución probabilística de estas variables de desempeño al final de un período determinado.

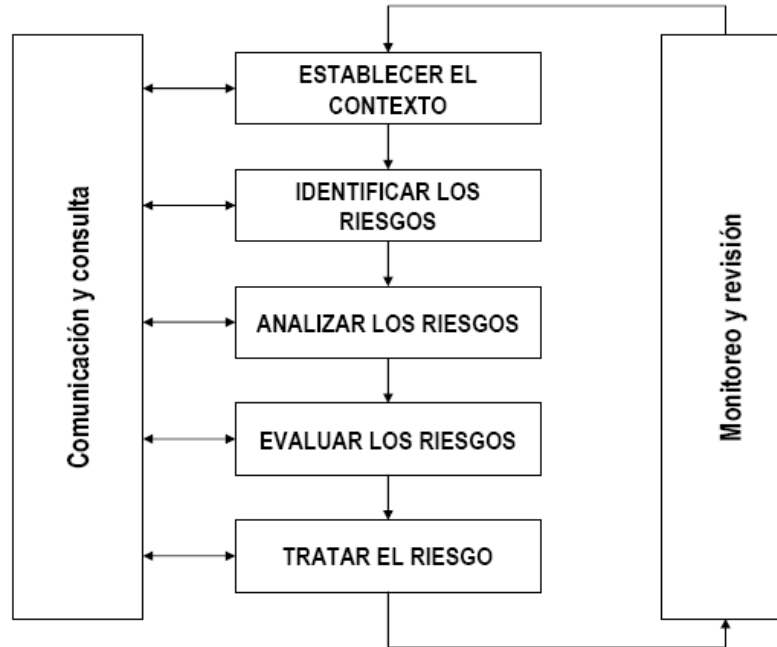
La administración del riesgo financiero debe contemplar las siguientes etapas:

- ❖ Identificación: Procedimiento mediante el cual se detectan las diferentes variables internas y externas que permiten determinar todos los riesgos a los que está expuesta una entidad
- ❖ Medición: Etapa del proceso que permite cuantificar los riesgos ya identificados. Las medidas de riesgo pueden clasificarse en estadísticas, de sensibilidad y de escenario único. Las medidas estadísticas traducen el riesgo en una distribución de probabilidad de un evento. En esta etapa tradicionalmente se han utilizado metodologías y modelos tales como, *Capital Asset Pricing Model* CAPM, *Arbitring Pricing Theory* APT y *Value at Risk* VaR (JORION, 2000), entre otros, los cuales han sido aplicados, principalmente, para la cuantificación del Riesgo de Mercado y el Riesgo de Crédito. Sin embargo, estos modelos no son fácilmente aplicables para la medición del Riesgo Estratégico, debido a la dificultad para obtener información detallada de los datos históricos correspondientes a las variables o factores que originan estos tipos de riesgos. Las medidas de sensibilidad permiten cuantificar la exposición a un riesgo individual, entre ellas está la duración. Las medidas de escenario único se basan en simulación y análisis de tipo “que pasaría si...”.
- ❖ Gestión: Etapa del proceso donde, una vez identificado y medidos los niveles de exposición a riesgo de la entidad, son definidas las acciones que se toman para alcanzar el nivel deseado de riesgo.
- ❖ Control: Última etapa del proceso que permite realizar una evaluación de las medidas tomadas para comprobar si se ha logrado mantener el riesgo en el nivel esperado.

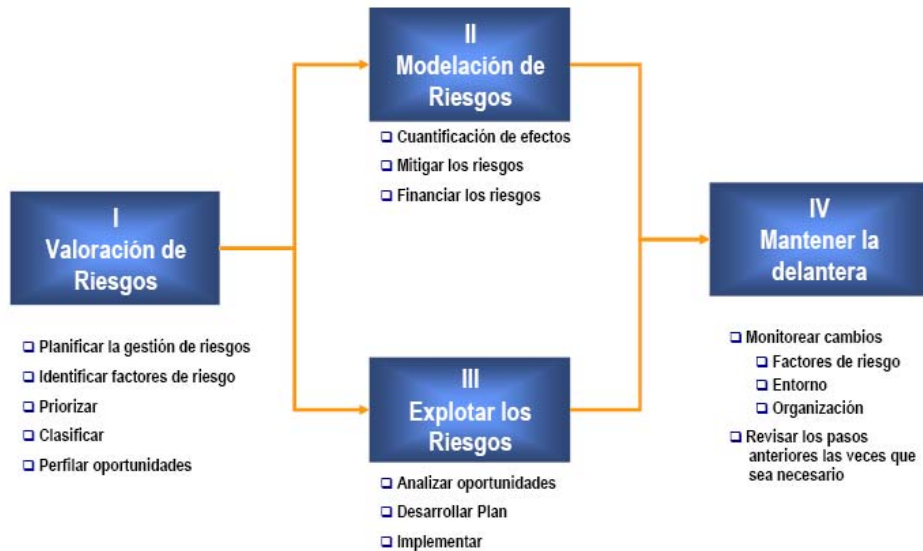
A continuación se presentan algunos modelos empresariales de gestión de Integral de Riesgos Financieros:



Grafica 4: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo  
Fuente: Adaptación de The Institute of Chartered Accountants in England & Wales 1999



Grafica 5: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo  
Fuente: ICONTEC NTC 5254 - 2004



Grafica 6: Esquema de un Sistema Integral de Administración de Riesgo  
Fuente: Enterprise Risk Management

## **EL CONCEPTO DE RIESGO OPERATIVO**

### **DEFINICIÓN**

“Se entiende por Riesgo Operativo, la posibilidad de incurrir en pérdidas por deficiencias, fallas o inadecuaciones, en el recurso humano, los procesos, la tecnología, la infraestructura o por la ocurrencia de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal, pero excluye el riesgo reputacional y el riesgo estratégico” (Comité de Supervisión Bancaria de Basilea, 2003).

La Superintendencia Financiera define el RO como: “Se entiende por Riesgo Operativo, la posibilidad de incurrir en pérdidas por deficiencias, fallas o inadecuaciones, en el recurso humano, los procesos, la tecnología, la infraestructura o por la ocurrencia de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal y reputacional, asociados a tales factores”. (SFC, 1995)

La diferencia fundamental entre la definición propuesta por el Acuerdo Marco de Basilea y la implementada por la SFC radica fundamentalmente en que esta última incluye el riesgo reputacional como evento integral del riesgo operativo.

## **CLASIFICACIÓN DE RIESGOS ASOCIADOS A RO**

### **Riesgo legal**

Es la posibilidad de pérdida en que incurre una entidad al ser sancionada u obligada a indemnizar daños como resultado del incumplimiento de normas o regulaciones y obligaciones contractuales.

### **Riesgo reputacional**

Es la posibilidad de pérdida en que incurre una entidad por desprestigio, mala imagen, publicidad negativa, cierta o no, respecto de la institución y sus prácticas de negocios, que cause pérdida de clientes, disminución de ingresos o procesos judiciales.

### **Riesgo inherente**

Nivel de riesgo propio de la actividad, sin tener en cuenta el efecto de los controles.

### **Riesgo residual**

Nivel resultante del riesgo después de aplicar los controles.

## **Plan de continuidad del negocio**

Conjunto detallado de acciones que describen los procedimientos, los sistemas y los recursos para retomar y continuar la operación, en caso de interrupción

## **FACTORES DE RIESGO**

Se entiende por factores de riesgo las fuentes generadoras de riesgos operativos que pueden o no generar pérdidas. Son factores de riesgo el recurso humano, los procesos, la tecnología, la infraestructura y los acontecimientos externos. Dichos factores se deben clasificar en internos o externos, según se indica a continuación.

### Factores de Riesgo Internos

#### Fraude Interno

Actos que de forma intencionada buscan defraudar o apropiarse indebidamente de activos de la entidad o incumplir normas o leyes, en los que está implicado, al menos, un empleado o administrador de la entidad.

#### Relaciones laborales

Actos que son incompatibles con la legislación laboral, con los acuerdos internos de trabajo y, en general, la legislación vigente sobre la materia.

#### Procesos

Es el conjunto interrelacionado de actividades para la transformación de elementos de entrada en productos o servicios, para satisfacer una necesidad.

#### Tecnología

Es el conjunto de herramientas empleadas para soportar los procesos de la entidad. Incluye: hardware, software y telecomunicaciones.

#### Infraestructura

Es el conjunto de elementos de apoyo para el funcionamiento de una organización. Entre otros se incluyen: edificios, espacios de trabajo, almacenamiento y transporte.

## Factores de Riesgo Externos

Son situaciones asociadas a la fuerza de la naturaleza u ocasionadas por terceros, que escapan en cuanto a su causa y origen al control de la entidad.

### Fraude Externo

Actos, realizados por una persona externa a la entidad, que buscan defraudar, apropiarse indebidamente de activos de la misma o incumplir normas o leyes.

### Clientes

Fallas negligentes o involuntarias de las obligaciones frente a los clientes y que impiden satisfacer una obligación profesional frente a éstos.

### Pérdidas

Cuantificación económica de la ocurrencia de un evento de riesgo operativo, así como los gastos derivados de su atención.

## EVENTOS DE RIESGO OPERATIVO

Incidente o situación que ocurre en un lugar particular durante un intervalo de tiempo determinado.

### Eventos de pérdida

Son aquellos incidentes que generan pérdidas por riesgo operativo a las entidades.

A continuación se presenta una clasificación de eventos de pérdida por RO para las entidades financieras

Categorías	Definición	Subcategorías	Ejemplos de Actividades
Fraude Interno	Pérdidas debidas a actos intencionados de estafa, malversación de fondos, violación de las regulaciones y políticas de la institución que involucren al menos un grupo al interior de la institución.	Actividades no Autorizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Transacciones no reportadas (intencionalmente)</li> <li>❖ Transacciones no autorizadas</li> <li>❖ Descuido intencional en las obligaciones</li> </ul>
		Robos y Fraudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fraudes en créditos, Depósitos sin valor</li> <li>❖ Extorsiones, Asaltos, Desfalcos</li> <li>❖ Malversación de activos</li> <li>❖ Falsificaciones</li> <li>❖ Contrabando</li> <li>❖ Suplantación</li> <li>❖ Evasión de impuestos</li> <li>❖ Sobornos</li> </ul>
Fraude Externo	Pérdidas debidas a actos intencionados de estafa, malversación de fondos y	Robos y Fraudes	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Asaltos</li> <li>❖ Falsificaciones</li> <li>❖ Sobornos, Extorsiones</li> </ul>
		Seguridad de los Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Piratería informática</li> <li>❖ Robo de información (ocasiona pérdida)</li> </ul>

	violación de las regulaciones realizados por agentes externos a la institución.		monetaria)
Prácticas de Empleo y Seguridad del Ambiente de Trabajo	Pérdidas relacionadas con actos inconsistentes con las leyes y acuerdos de empleo, seguridad o salud, desde pagos por demandas por daños personales hasta casos de discriminación.	Relaciones entre Empleados	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Pagos por compensaciones, beneficios o finalización de contratos</li> <li>❖ Paro organizado de trabajadores</li> </ul>
		Seguridad del Ambiente de Trabajo	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Errores Generales</li> <li>❖ Eventos que afectan la salud y seguridad de los empleados</li> <li>❖ Compensación a trabajadores</li> </ul>
		Diversidad y Discriminación	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Todos los tipos de discriminación</li> </ul>
Clientes, Productos y Prácticas del Negocio	Pérdidas debido a fallas no intencionadas en el cumplimiento de obligaciones profesionales o en el diseño de un producto.	Adecuación de Productos y Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Violaciones de acuerdos</li> <li>❖ Servicios o productos no adecuados</li> <li>❖ Revelación o mal uso de información confidencial</li> </ul>
		Prácticas de Mercado Impropias	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Transacciones y prácticas de mercado impropias</li> <li>❖ Manipulación del mercado</li> <li>❖ Ejercicio de la actividad sin licencia</li> <li>❖ Lavado de dinero</li> </ul>
		Errores de Productos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Defectos en los productos</li> <li>❖ Errores en los productos (modelos no autorizados, etc.)</li> </ul>
		Publicidad y Patrocinio	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fallas en la investigación de clientes</li> <li>❖ Exceso en los niveles de exposición de los clientes</li> </ul>
		Actividades de Consultoría	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Disputas acerca de los resultados de las actividades de consultoría</li> </ul>
Daño a los Activos Físicos	Pérdidas ocasionadas por pérdida o daños de los activos físicos de la institución debido a desastres naturales u otros eventos.	Desastres y Otros Eventos	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Desastres naturales</li> <li>❖ Actos de Terrorismo, Vandalismo, entre otros</li> </ul>
Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas	Pérdidas ocasionadas por interrupciones en la actividad de la institución o en fallas de los sistemas.	Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Hardware</li> <li>❖ Software</li> <li>❖ Telecomunicaciones</li> <li>❖ Interrupción de servicios públicos</li> </ul>
Ejecución y Manejo de Procesos	Pérdidas relacionadas con fallas en el procesamiento de transacciones o en el manejo de procesos y con las relaciones con las contrapartes.	Ejecución y Mantenimiento de Transacciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Errores de comunicación</li> <li>❖ Errores en el manejo de datos</li> <li>❖ Errores de contabilidad</li> </ul>
		Monitoreo y Reporte	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Fallas en reportes obligatorios</li> <li>❖ Reportes externos inexactos</li> </ul>
		Manejo en las Cuentas de los Clientes	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Ausencia o errores en los documentos obligatorios</li> </ul>
		Contraparte	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Errores en los registros de los Clientes</li> <li>❖ Pérdidas o daños en los activos de los clientes</li> </ul>
		Proveedores	<ul style="list-style-type: none"> <li>❖ Outsourcing</li> <li>❖ Disputas entre Proveedores</li> </ul>

Tabla 3: Clasificación de los eventos de Pérdidas debidas al Riesgo Operativo  
Fuente: Recopilación y construcción del autor



## LÍNEAS DE NEGOCIO EXPUESTAS A RO

Basilea determina para las entidades financieras, ocho líneas de negocios susceptibles de presentar eventos de pérdida por exposición al riesgo operativo, considerando que no todas las líneas se encuentran presentes en todas las entidades financieras sometidas a control y regulación, las cuales deben implementar SARO. En términos generales, para la clasificación del riesgo operacional, se consideran ocho líneas de negocio; Finanzas Corporativas, Negociación Y Ventas, Banca Minorista, Banca Comercial, liquidación Y Pagos, Servicios De Agencia, Administración de Activos e Intermediación Minorista (Comité de Supervisión Bancario de Basilea, 2004).

En el caso de las empresas no financieras, la gestión de riesgos operacionales se centra fundamentalmente en las líneas misionales (Unidades estratégicas de negocios) y en las áreas de soporte y apoyo. No obstante dado que este es un Sistema de Administración que está sujeto a la aprobación de las juntas de accionistas, no existen unas áreas estandarizadas propias para evaluar los factores y eventos de RO.

## MARCO NORMATIVO Y ANTECEDENTES PARA COLOMBIA

### Marco normativo para Colombia

El marco normativo para Colombia referente a los Sistemas de Administración de Riesgo Operativo, como ha sido mencionado en otros apartados de fundamenta en El Nuevo Acuerdo de Capital de Basilea propuesto en el año 1999 así como de todas sus ampliaciones y consideraciones adicionales.

Desde el año 2004 las entidades financieras han venido implementando paulatinamente este acuerdo mediante el cumplimiento de las directrices emanadas de la Superintendencia Financiera de Colombia, a continuación se presenta el esquema de cambios y actualización de la normatividad básica.

La normatividad principal sobre la que reposan las directrices de RO en Colombia son:

- ❖ Circular 100 de 1995 Reglas relativas a la administración de riesgo operativo. Capítulo XIII. (Superintendencia Bancaria de Colombia). A partir del año 2005 se fusiona con la Superintendencia de Valores y configuran la Superintendencia Financiera de Colombia.
- ❖ Circular Externa 048 de 2006. Superintendencia Financiera de Colombia.

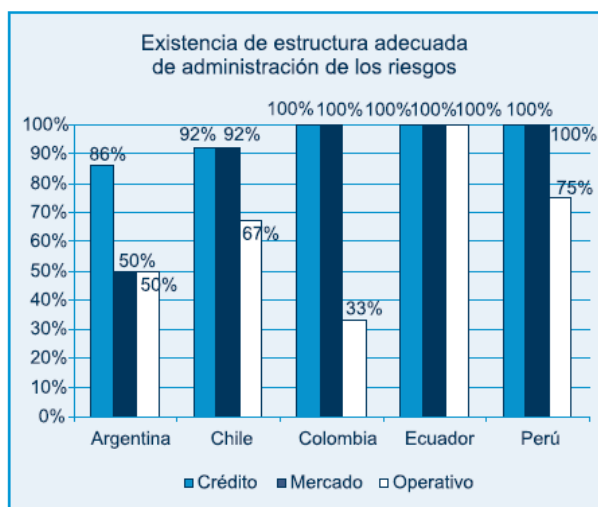
- ❖ Circular externa 041 de 2007 Superintendencia Financiera de Colombia.

Desde el punto de vista práctico, puede pensarse que la implementación de modelos de Medición y control de Riesgo financiero en general y de RO de manera específica, a nivel mundial se ha convertido en la principal herramienta que utilizan las entidades de regulación y control financiero de cada país, no obstante estudios realizados a nivel de Latinoamérica permiten identificar que la principal razón por la cual las entidades implementan los SARO de manera temprana no obedece a requerimientos regulatorios sino a motivadores internos.

#### Antecedentes sobre la Implementación de SARO en Colombia

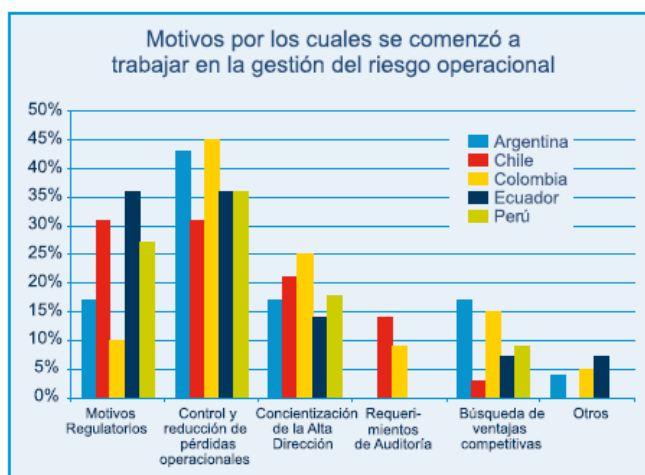
En Latinoamérica los sistemas financieros no han sido ajenos a los cambios que a nivel internacional se registran en relación con la administración de los riesgos. Muestra de ello son, por un lado, las normativas que las diferentes Superintendencias de estos países de la región se encuentran implementando; por otro, los esfuerzos que los bancos líderes en diversos países de la región han desarrollado durante los últimos años.

Esto se evidencia en las respuestas obtenidas en un estudio realizado por Price Waterhouse Coopers a fines del año 2006 con más de 40 entidades líderes en cinco países de Sudamérica Argentina, Colombia, Chile, Ecuador y Perú, en relación con la implementación a nivel interno de las metodologías y estándares del Nuevo Acuerdo de Capitales (Basilea II) en cuanto a la gestión del riesgo operativo. En el caso particular de Colombia, han tomado parte de este estudio 6 entidades bancarias que representaban aproximadamente el 70% de los activos del sistema financiero nacional.



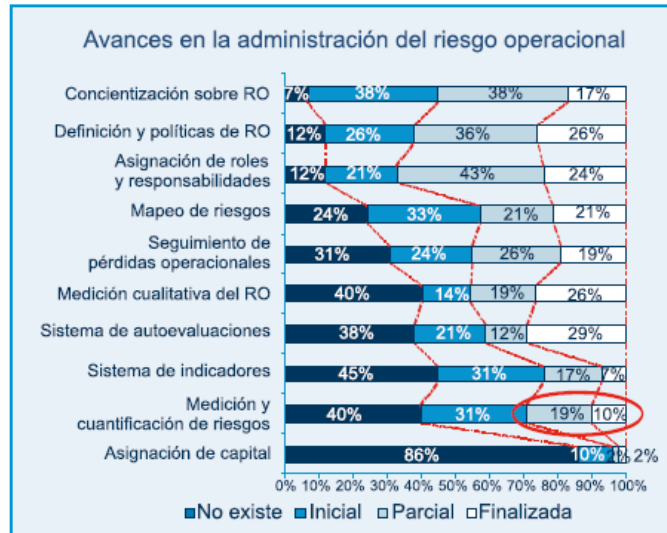
Grafica 7: Nivel de implementación de los SAR en Entidades Bancarias de países Latinoamericanas  
Fuente: Revista CEO Argentina. Edición Especial 2007 PriceWaterhouseCoopers

La gestión del riesgo operacional es uno de los cambios más sustanciales que introduce el Nuevo Acuerdo de Capital y, si bien muchos países han avanzado conforme las exigencias del regulador, cierto es también que varias entidades de diversos países han visto las ventajas de administrar el riesgo operacional desde el punto de vista de la gestión del negocio, de la reducción de las pérdidas operacionales y de la búsqueda de ventajas competitivas. En el cuadro que se presenta a continuación puede verificarse que algunas entidades de la Argentina y de Colombia comenzaron a avanzar con la gestión del riesgo operacional a pesar de que a la fecha del estudio no existía un requerimiento específico del organismo de contralor, ya que no fue un motivo regulatorio la razón principal que impulsó el desarrollo de actividades vinculadas con la gestión de este riesgo. (PriceWaterhouseCoopers, 2007)

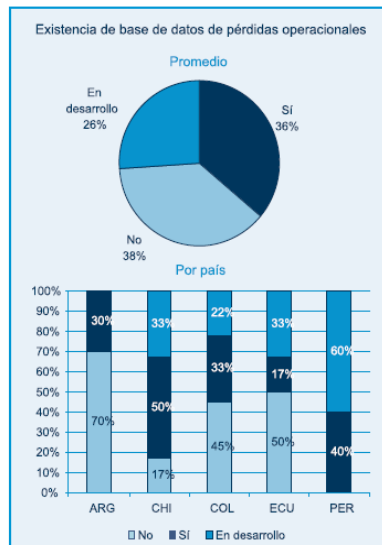


Grafica 8: Principales motivos de implementación de los SARO en bancos de Latinoamérica  
 Fuente: Revista CEO Argentina. Edición Especial 2007 PriceWaterhouseCoopers

En general, podría pensarse que el nivel de desarrollo de las actividades de gestión del riesgo operacional en las entidades de los países encuestados se encuentra en sus etapas iniciales, ya que sólo el 29% había realizado avances significativos en las actividades relacionadas con la medición y cuantificación de riesgos operacionales. Las restantes entidades se ubicaban en etapas de definición y desarrollo de actividades de gestión cualitativa, como puede observarse en el siguiente gráfico (PriceWaterhouseCoopers, 2007):



Grafica 9: Nivel de avance de implementación de los SARO en bancos de Latinoamérica Fuente: Revista CEO Argentina. Edición Especial 2007 PriceWaterhouseCoopers

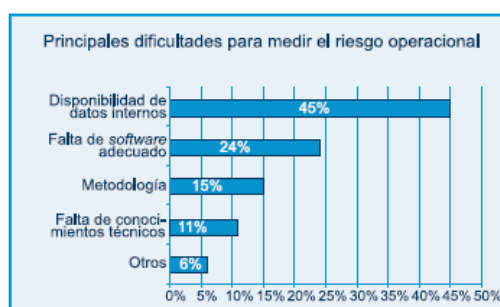


Grafica 10: Existencia de bases de datos para la medición del SARO en bancos de Latinoamérica Fuente: Revista CEO Argentina. Edición Especial 2007 PriceWaterhouseCoopers

Como lo proponen los estudios realizados, en la gran mayoría de los países latinoamericanos analizados las bases de datos sobre las cuales se construyen los modelos de medición de RO no están en su totalidad construidas, o por lo menos no son completas para poder implementar modelos estadísticos que dependen de sus bases de datos históricas en sus procesos metodológicos o de testeo.

Por último, como se puede evidenciar en la siguiente grafica, y como se propone como hipótesis para plantear modelos alternativos (causales) que no dependen de la

existencia de bases de datos de eventos y pérdidas económicas generadas por los factores de riesgo operativo, la principal dificultad en los países analizados se relaciona con la falta de información existente para la modelación.



Grafica 11: Dificultades más recurrentes para la medición del SARO en bancos de Latinoamérica  
Fuente: Revista CEO Argentina. Edición Especial 2007 PriceWaterhouseCoopers

## METODOLOGÍAS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERATIVO

En los últimos años las metodologías y herramientas de medición del riesgo operativo han presentado una rápida evolución, tanto en su nivel de complejidad como en su nivel de precisión. Actualmente, la mayoría de las entidades financieras están empezando a incorporar en sus metodologías propias de medición, herramientas y modelos más estructurados y avanzadas para la identificación y cuantificación del riesgo operativo como complemento a los cuestionarios y cuadros de Control internos utilizados tradicionalmente como herramientas locales de gestión de riesgo. De esta manera se ha pasado de un enfoque fundamentalmente descriptivo, a un enfoque cuantitativo analítico causal o explicativo.

De acuerdo con algunos autores expertos en el tema, las metodologías para la medición del Riesgo Operativo se pueden dividir en dos grandes categorías: los enfoques descendentes y los enfoques ascendentes. (Comité de Supervisión Bancario de Basilea, 2004), (HIWATASHI, 2002), (ROEHR, 2002 Vol. 5, No.2 )



Grafica 12: Modelos para la medición del riesgo operacional  
 Fuente: Recopilación y construcción del autor

## ENFOQUE DESCENDENTE (top-down)

### MODELO DEL INDICADOR BÁSICO

Este modelo propuesto por el comité de Basilea, propone que el requerimiento de capital mínimo de la entidad para aprovisionar estará en función de un monto global (promedio de los ingresos brutos positivos de los últimos 3 periodos) multiplicado por un porcentaje fijado por la entidad de regulación y control del país:

$$K_{BIA} = \frac{\sum (GI_{1..n} * \alpha)}{n} \quad (1)$$

Donde:

$K_{BIA}$ : Exigencia de capital cuando se aplica el Indicador Básico.  
 GI: Ingresos Brutos anuales positivos y de los tres últimos años.  
 n: Número de años (tres últimos años) en que los ingresos sean positivos.  
 El valor  $\alpha$  % = Es un parámetro definido por el Comité de Basilea (15%)

## MODELO ESTÁNDAR

Mediante este modelo, también propuesto por el comité de Basilea, el requerimiento de capital mínimo de la entidad para aprovisionar estará en función de cada unidad de negocio (8 líneas de negocios) un monto específico para cada una de ellas (promedio de los ingresos brutos positivos de los últimos 3 periodos) multiplicado por un porcentaje para cada línea, fijado por la entidad de regulación y control del país:

$$K_{TSA} = \frac{\left\{ \sum_{\text{años } 1-3} \max \left[ \sum (GI_{1-8} * \beta_{1-8}), 0 \right] \right\}}{3} \quad (2)$$

Donde:

KTSA = Requerimiento de Capital

GI<sub>1-8</sub> = Ingresos Brutos Promedio por líneas de negocios (Últimos tres años)

β<sub>1-8</sub> = Parámetros definidos por Basilea II (ver tabla adjunta)

LÍNEA DE NEGOCIO	FACTOR β
FINANZAS CORPORATIVAS	18 %
NEGOCIACIÓN Y VENTAS	18 %
BANCA MINORISTA	12 %
BANCA COMERCIAL	15 %
LIQUIDACIÓN Y PAGOS	18 %
SERVICIOS DE AGENCIA	15 %
ADMINISTRACIÓN ACTIVOS	12 %
INTERMEDIACIÓN MINORISTA	12 %

Tabla 4: Beta para cada línea de negocio de Entidades Financieras  
Fuente: Nuevo Acuerdo de Capitales de Basilea 2004

## DATOS EXTERNOS

Mediante esta metodología, las entidades financieras que no cuenten con información suficiente de eventos de riesgo y efectos económicos pueden hacer uso de las bases de datos agregadas recopiladas por las entidades de regulación y control o tomar la base de datos de pérdidas (frecuencia y severidad) de una entidad escogida como Benchmark y proceder a una interpolación de acuerdo con el tamaño y líneas de negocios de esta última entidad para aplicar el modelo estándar.

## ENFOQUE ASCENDENTE (Bottom-up)

Tiene como base los modelos cuantitativos internos estadísticos que requieren información histórica sobre la frecuencia, y el monto de los eventos de pérdida. A esta categoría pertenecen también los modelos cuantitativos causales, los cuales tienen en cuenta la información histórica y el juicio de expertos. A estos últimos pertenecen las redes bayesianas.

El Nuevo acuerdo de capital de Basilea propone como métodos ascendentes de cuantificación de la carga de capital los métodos de medición avanzada (AMA) por sus siglas en inglés Advanced Measurement Approach, los cuales se basan de multiplicidad de técnicas estadísticas y matemáticas con el fin de cuantificar el nivel de exposición de RO al cual se encuentra expuesta una entidad en función de las actividades que desarrolla y las condiciones internas y externas que le afectan.

Los AMA permiten cuantificar el nivel mínimo de capital regulatorio por riesgo operacional a partir de los modelos desarrollados por cada entidad. Basilea II alude expresamente a dos enfoques: el método de medición interna y el enfoque de distribución de pérdidas.

Dentro de los modelos AMA se describen tres metodologías que son: enfoque de medición interna (Internal Measurement Approach, IMA), enfoque de distribución de pérdidas (Loss Distribution Approach, LDA) y cuadros de mando (scorecards)

Los modelos LDA tienen sus raíces en la teoría de riesgo de seguros (*insurance risk theory*). Primero se revisará el modelo Standard LDA que comprende los modelos Poisson compuesta y binomial negativa como casos especiales.

Los modelos LDA se componen de tres elementos principalmente:

- (i) el componente de frecuencia, es decir, el número de pérdidas
- (ii) el componente de severidad, es decir, la cantidad de las pérdidas individuales y



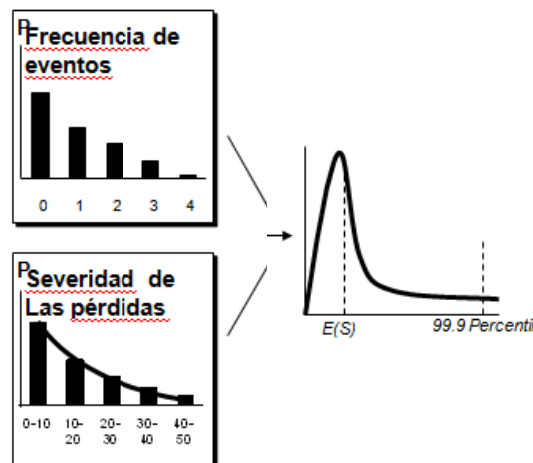
- (iii) las pérdidas totales, que se obtiene de “componer” la distribución de la frecuencia con la de la severidad.

$$RO \rightarrow f(\text{frecuencia, severidad}) \quad (3)$$

Dado que las pérdidas agregadas tienen distribuciones con colas largas y eventualmente pesadas, algunos autores han introducido variaciones como:

La Teoría del Valor Extremo, (EVT)

Por sus siglas Extreme Value Theory, en donde el resultado de la carga de capital es el OpVaR a un nivel de significancia establecido  $\alpha\%$ . Basilea propone que dicho umbral sea fijado en el 99,95% o 99,99%. (CHERNOBAI, 2007).



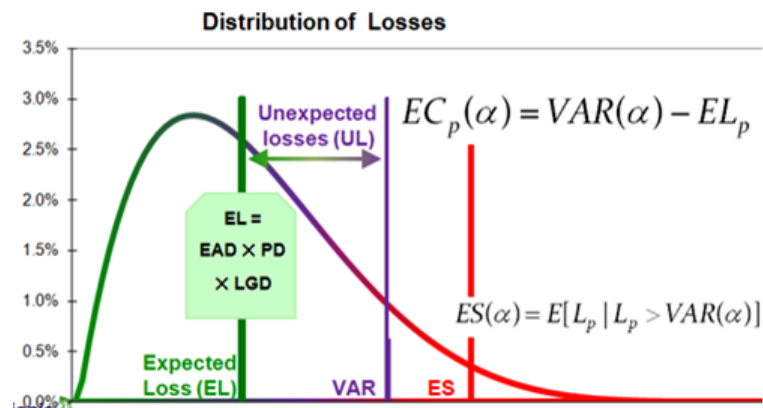
Grafica 13: Medida de la carga de capital por la metodología EVT  
 Fuente: Recopilación y construcción del autor

La distribución de pérdida agregada, es resultado de una convolución entre un proceso estocástico discreto asociado a la frecuencia, y un proceso continuo asociado a la severidad de los eventos de riesgo operativo. Esta técnica ha sido utilizada en los trabajos de (FRACHOT A., 2001); (MARSHALL, 2001); (CRUZ, 2002), entre otros.

Los picos sobre el umbral (POT)

Peak Over Threshold, medida más exigente que la de EVT pues se parte de la consideración de que las colas pesadas de la distribución de pérdidas totales requieren un

tratamiento independiente y una modelación diferente a la del resto de los datos. La medida de carga de capital por estas metodologías (Expected Shortfall) o (Median Shortfall), suele calcularse como una medida condicional de media o mediana respectivamente de la cola de la distribución dado que ya fue superado el umbral  $\alpha\%$ . (CHERNOBAI, 2007)



Grafica 14: Medida de la carga de capital por la metodología POT  
Fuente: Recopilación y construcción del autor

## TEORÍA DE LAS REDES BAYESIANAS

### DEFINICIÓN

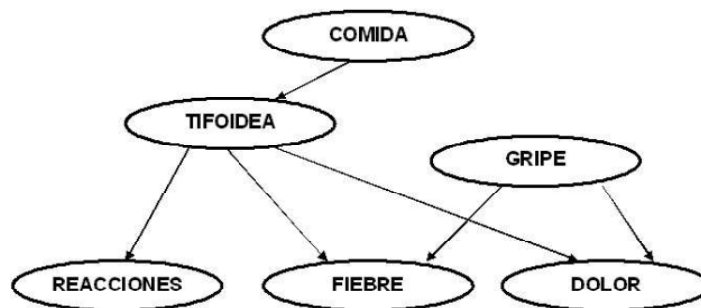
Los orígenes de las redes bayesianas se remontan a los años ochenta, y su difusión, se dio gracias al aporte de Judea Pearl por su libro: Probabilistic Reasoning in Intelligent Systems, que tuvo un importante impacto, que presenta una muy buena introducción general a redes bayesianas, principalmente en cuanto a representaciones e inferencia. A partir de entonces se publicaron varios libros de redes bayesianas, (NEAPOLITAN R. E., 1990), y (JENSEN, 2001). Recientemente se han publicado algunos libros más enfocados al aprendizaje de redes bayesianas (BORGLET C., 2002), (NEAPOLITAN, 2004). Otra introducción general a aprendizaje en redes bayesianas es el tutorial de Heckerman y otros (HECKERMAN, 1995).

“Las redes bayesianas modelan un fenómeno mediante un conjunto de variables y las relaciones de dependencia entre ellas. Dado este modelo, se puede hacer inferencia bayesiana; es decir, estimar la probabilidad posterior de las variables no conocidas, en base a las variables conocidas. Estos modelos pueden tener diversas aplicaciones, para clasificación, predicción, diagnóstico, etc. Además, pueden dar información interesante en

cuanto a cómo se relacionan las variables del dominio, las cuales pueden ser interpretadas en ocasiones como relaciones de causa – efecto”. (SUCAR, 2006)

Inicialmente, estos modelos eran construidos 'a mano' basados en un conocimiento experto, pero en los últimos años se han desarrollado diversas técnicas para aprender a partir de datos, tanto la estructura como los parámetros asociados al modelo. También es posible el combinar conocimiento experto con los datos para aprender el modelo. (SUCAR, 2006)

Una red bayesiana, es un modelo probabilístico multivariado en el que se relacionan un conjunto de variables aleatorias mediante un grafo dirigido que indica explícitamente la influencia causal de una variable denominada padre, sobre otra u otras denominadas hijos. Gracias a su motor de actualización de probabilidades, el Teorema de Bayes, las redes bayesianas son una herramienta extremadamente útil en la estimación de probabilidades ante nuevas evidencias.



Grafica 15: Esquema básico de un modelo de red bayesiana  
Fuente: Libro Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados

Formalmente, las redes Bayesianas son gráficos acíclicos dirigidos cuyos nodos representan variables y los arcos que los unen codifican dependencias condicionales entre las variables. Los nodos pueden representar cualquier tipo de variable, ya sea un parámetro medible (o medido), una variable latente o una hipótesis. Existen algoritmos que realizan inferencias y aprendizaje basados en redes bayesianas.

Si existe un arco que une un nodo A con otro nodo B, A es denominado un padre de B, y B es llamado un hijo de A. El conjunto de nodos padre de un nodo Xi se denota como padres (Xi). Un gráfico acíclico dirigido es una red Bayesiana relativa a un conjunto de variables si la distribución conjunta de los valores del nodo puede ser escrita como el producto de las distribuciones locales de cada nodo y sus padres:

$$P(X_1, \dots, X_n) = \prod_{i=1}^n P(X_i \mid \text{padres}(X_i)). \quad (4)$$

Si el nodo  $X_i$  no tiene padres, su distribución local de probabilidad se toma como incondicional, en otro caso es condicional. Si el valor de un nodo es observable - y por tanto etiquetado como observado, dicho nodo es un nodo de evidencia.

## INFERENCIA

El razonamiento probabilístico o propagación de probabilidades consiste en propagar los efectos de la evidencia que se conoce a priori, a través de la red para conocer la probabilidad a posteriori de las variables. Es decir, se le dan valores a ciertas variables (evidencia), y se obtiene la probabilidad posterior de las demás variables dadas las variables conocidas, (el conjunto de variables conocidas puede ser vacío, en este caso se obtienen las probabilidades a priori). Existen diferentes tipos de algoritmos para calcular las probabilidades posteriores, que dependen del tipo de grafo y de si obtienen la probabilidad de una variable a la vez o de todas.

## PRINCIPALES APLICACIONES

Las redes bayesianas son un tipo de modelos de minería de datos que pueden ser utilizados en cualquiera de las siguientes actividades de negocio:

- ❖ Prevención del fraude
- ❖ Prevención del abandono de clientes
- ❖ Blanqueo de dinero
- ❖ Marketing personalizado
- ❖ Mantenimiento preventivo
- ❖ Scoring de clientes
- ❖ Clasificación de datos estelares

Para esto, se tiene disponible software disponible para la modelación de redes bayesianas: En la actualidad existe software que permite construir y obtener resultados de procesos de modelación con redes bayesianas, algunos de los más utilizados son:

- ❖ BayesiaLab
- ❖ Toolbox para MatLab de Kevin Murphy: <http://bnt.sourceforge.net/>
- ❖ Elvira

- ❖ BANSY3. Laboratorio de Dinámica no Lineal, Departamento de Matemáticas, Facultad de Ciencias, UNAM.
- ❖ GeNIe & SMILE: <http://genie.sis.pitt.edu>
- ❖ OpenBayes: <http://www.openbayes.org>
- ❖ RISO: <http://sourceforge.net/projects/riso/> (distributed belief networks)
- ❖ Samlam: <http://reasoning.cs.ucla.edu/samiam>
- ❖ BN4R: <http://bn4r.rubyforge.org/>

## APLICACIÓN A LA MEDICIÓN DE RIESGO OPERATIVO

Hasta ahora, se han presentado elementos generales sin ningún tipo de asociación sobre el concepto de riesgo operativo, su modelación y sobre la teoría de redes bayesianas y sus principales aplicaciones.

Se procederá a listar algunas aplicaciones específicas que propongan la utilización de sistemas de redes bayesianas a la cuantificación de riesgo operativo.

- ❖ *A Bayesian approach to estimate the marginal loss distributions in operational risk management.* DALLA Vallea L, GIUDICI P. Computational Statistics & Data Analysis 52 pgs 3107 – 3127 (2008).
- ❖ *Using Bayesian networks to model the operational risk to information technology infrastructure in financial institutions.* NEIL. Martin. MARQUEZ. David, FENTON Norman. The CAPCO Institute, journal of financial transformation. 2008.
- ❖ *The Structural Modelling of Operational Risk via Bayesian inference: Combining Loss Data with Expert Opinions.* SHEVCHENKO. Pavel V. WÜTHRICH. Mario V. The Journal of Operational Risk 1(3), pp. 3-26, 2006.
- ❖ *Diseño de una metodología para la identificación y medición del riesgo operativo en instituciones financieras.* MENDOZA GUTIÉRREZ. Álvaro José. Universidad de los Andes. Trabajo de grado de Maestría. 2004.
- ❖ *Intelligent solutions for quantifying Operational Risk.* Agena Ltd, 2004.
- ❖ *Statistical models for operational risk management.* CORNALBA. Chiara, GIUDICI. Paolo. Journal Physica A 338 pgs 166 – 172. 2004
- ❖ *Application of Bayesian Inference to Operational Risk Management.* YASUDA. Yuji. University of Tsukuba. Tesis Doctoral. 2003

Estos estudios se dividen fundamentalmente en dos tipos de aplicativos: En primera instancia están los que utilizan el concepto de inferencia bayesiana, realizando una aproximación desde la concepción de las funciones de distribución de probabilidad a priori y tras realizar transformaciones a los parámetros con base en la evidencia empírica proponen nuevas formas funcionales de distribución tanto de los eventos como las severidades de estas para determinar el nivel de exposición al riesgo operativo.

Por otro lado están los enfoques empíricos que utilizan redes bayesianas propiamente dichas para determinar la relación causal entre los factores y líneas de negocio que desencadenan eventos de riesgo operativo y su posterior concordancia o causalidad con los controles implementados.

No obstante tras la revisión de la literatura presentada, no se evidencian aun desarrollos que replique explícitamente el enfoque teórico que desde el teorema de Bayes se plantea para la modelación de carga de capital por exposición a pérdidas por riesgo operativo de una entidad.

## **ALCANCES DEL TRABAJO**

En este trabajo de investigación se propone utilizar una metodología eficaz que permitirá cuantificar el nivel de exposición a riesgo operativo ya sea de una entidad financiera o real, con datos exactos obtenidos de bases de datos ciertos, o de una entidad ficticia con datos simulados o estimados construidos de manera artificial. Dicha modelación, se espera que sirva como alternativa de apoyo a la gestión integral del riesgo operativo a diferentes empresas en Colombia.

Se utilizará la metodología de las redes bayesianas dado que este es un modelo bastante poderoso cuando los datos históricos existentes sobre la variable de interés son pocos, poco confiables o de difícil modelación con otro tipo de técnicas, dado que estos datos, antes de ser considerados, son previamente validados por expertos con el fin de parametrizar su posible comportamiento (distribuciones o probabilidades a priori) (Yasuda, 2003)

La principal diferenciación a favor de utilizar esta metodología se basa en la simplificación en la aplicación del modelo, se propone una serie de pasos o fases sistemáticas para su implementación (Mendoza 2004) pasando desde la definición de las variables o factores de riesgo operativo a medir en la entidad financiera, hasta la validación de las probabilidades a priori una vez la información histórica de la entidad lo permita.

Estos resultados, así como las conclusiones que de él se deriven serán válidos en las condiciones y realidades propuestas y tendrán así mismo una vigencia temporal dada.

La metodología será verificada y validada preliminarmente, aplicando metodologías de prueba de escritorio y de análisis por panel de expertos, igualmente se harán validaciones y perfeccionamientos que refinen la metodología a lo largo del desarrollo de la investigación.

Una vez validado el modelo con las pruebas de escritorio que revisen la consistencia y parametrización de éste y a la par con la realización de la simulación y definición de la carga de capital a provisional por cada factor de riesgo, por unidad de negocio y total para la entidad, se procederá a determinar las probabilidades a posteriori de ocurrencia de eventos de riesgo operativo en la entidad. Para esto se tomará la base de datos históricas de eventos en los cuales se ha presentado evidencia de pérdidas asociadas a factores de riesgo operacional en cada uno de los niveles determinados contra la totalidad de operaciones o transacciones por cada línea y se incorporará esta probabilidad en el modelo (evidencia) lo que generará un nuevo resultado para la simulación.

Por último se contrastarán los resultados del modelo bayesiano con el propuesto por la entidad de supervisión y control financiero (Superintendencia Financiera de Colombia) para determinar la carga de capital expuesta a riesgo operacional, en caso de ser menor el capital por la metodología bayesiana se buscará su validación por parte de la Superfinanciera.

## LIMITACIONES DEL TRABAJO

**Dado que el modelo de medición de riesgo operacional utilizando redes bayesianas no se centra en la existencia de datos a priori la principal limitación de este modelo causal no tiene que ver con estos sino más bien con la configuración de la red de relaciones y variables que se utilizan para describir de manera adecuada la posible existencia de los factores de riesgo.**

**Por lo tanto en la medida en que no se hace una evaluación lo suficientemente exhaustiva de todas las variables que se asocian a un posible factor de riesgo (red inicial) estableciendo la totalidad de nodos hijos que se desprenden de un nodo padre, el modelo pierde consistencia.**

**Adicionalmente otro elemento que limita o condiciona la robustez del modelo es el proceso de consenso en que los expertos determinan las probabilidades de**

**ocurrencia en cada uno de los niveles de severidad acordados de las pérdidas asociadas a cada factor. Mientras mas experiencia, pluralidad y claridad se tenga en esta etapa, mayor será la confiabilidad que se obtendrá en los resultados esperados.**

**De manera específica en la aplicación del modelo en esta entidad financiera solamente se elicitaban probabilidades utilizando un equipo de expertos conformados por funcionarios de la entidad en una región geográfica específica del país, lo que de alguna manera puede significar un sesgo en relación con la totalidad de operaciones o eventos de la entidad.**

**Por último la revisión de los indicadores, sub-indicadores y niveles de pérdida de cada factor de riesgo podrá seguirse refinando de manera secuencial (siempre se podrá integrar un nuevo indicador o sub-indicador en la medición) por lo que la red se puede ampliar.**



## PLAN DE TEMAS Y CRONOGRAMA

MES SEMANA	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES																																																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44							
Revisión de la literatura	■	■	■	■																																																			
Clasificación de la información				■	■	■	■																																																
Selección de material para el anteproyecto							■	■	■	■																																													
Elaboración del primer informe										■	■	■	■	■	■																																								
Revisión por parte del tutor																																																							
Corrección del Anteproyecto																																																							
Presentación del informe con correcciones																																																							
Retroalimentación del tutor																																																							
Entrega del Anteproyecto definitivo a la Facultad																																																							
Evaluación de la propuesta																																																							
Devolución de la propuesta																																																							
Revisión y selección de los modelos																																																							
Evaluación de las alternativas de software																																																							
Selección de la información de la entidad a analizar																																																							
Formulación del modelo																																																							
Revisión del modelo																																																							
Elaboración del informe final																																																							
Presentación del informe con correcciones																																																							
Devolución del informe para correcciones																																																							
Entrega del Informe definitivo a la Facultad																																																							
Socialización de la propuesta																																																							

Tabla 5: Cronograma del proyecto  
Fuente: El Autor

## PRESUPUESTO

RUBROS	FUENTES DE FINANCIACIÓN					Total
	CODI <sup>1</sup>	UDEA: Facultad de Ciencias Economicas Depto de Ciencias Administrativas <sup>2</sup>		ENTIDAD: colocar el nombre <sup>3</sup>		
		Rec. Fresco	Rec. Especie	Rec. Fresco	Rec. Especie	
Personal	\$ 0	\$ 0	\$ 19.500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 19.500.000
Pago a estudiantes						\$ 0
Viajes	\$ 1.200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.200.000
Material fungible	\$ 600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 600.000
Equipos	\$ 1.600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.600.000
Seguros de equipos	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Telecomunicaciones y acceso a Internet	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
Trabajo de campo	\$ 1.500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 1.500.000
Software	\$ 500.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 500.000
Publicaciones	\$ 200.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 200.000
Bibliografía	\$ 600.000	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 600.000
Servicios de apoyo para el funcionamiento de laboratorios	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
<b>Subtotal</b>	<b>\$ 6.200.000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 19.500.000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 25.700.000</b>
Administración hasta el 3%(el calculo se hace: subtotal*el porcentaje solicitado)	\$ 186.000					\$ 186.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 6.386.000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 19.500.000</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 0</b>	<b>\$ 25.886.000</b>

Tabla 6: Presupuesto del proyecto  
Fuente: El Autor

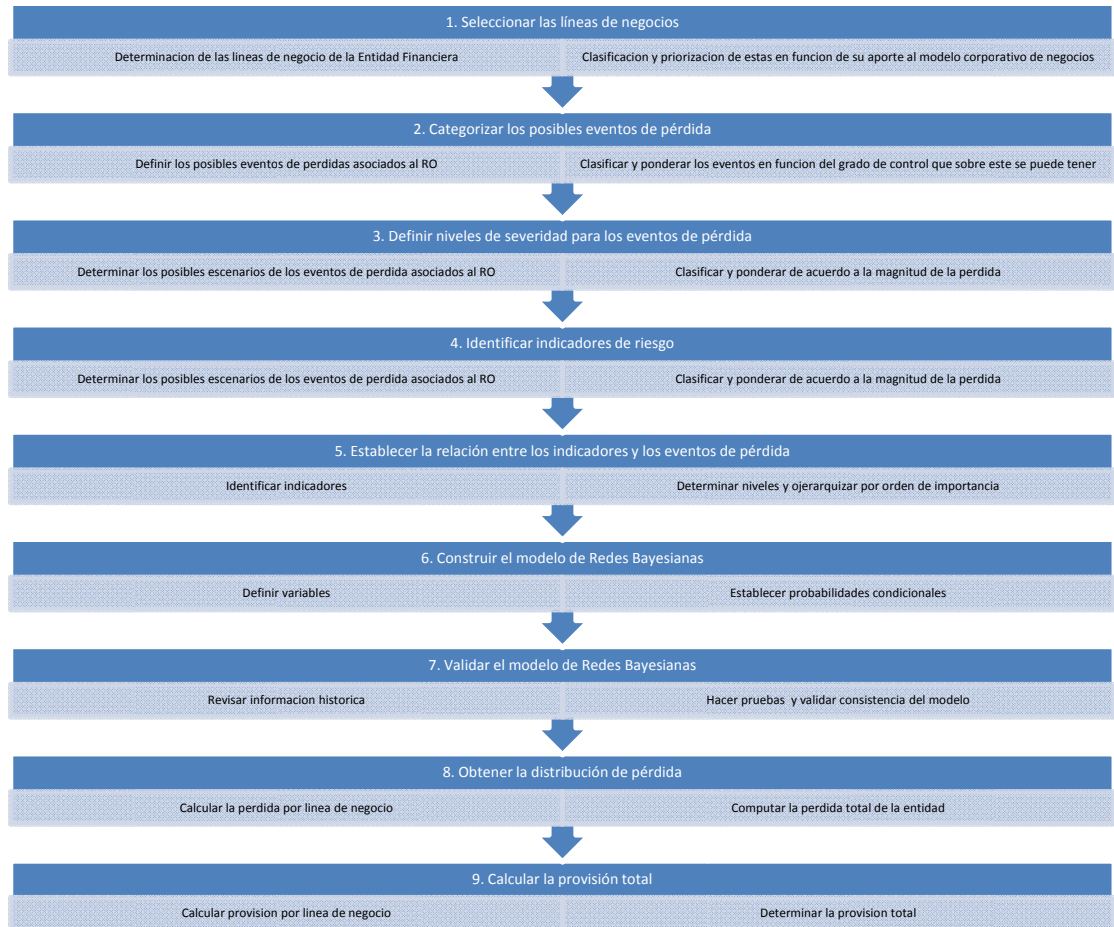
Este proyecto fue presentado a la convocatoria temática de proyectos de investigación de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Antioquia, a pesar de que no fue aprobado, se recibió descarga de tiempo docente para la realización de la tesis.

## **RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERATIVO**

En esta sección se busca implementar una metodología que permita identificar y cuantificar la exposición de una entidad financiera que presente una estructura de líneas de negocios de acuerdo con las definidas por el comité de Basilea, al riesgo operativo. Teniendo en cuenta la escasez de información histórica por la falta de documentación y sistematización de estos eventos de pérdida debidas al riesgo operativo que se presenta en la mayor parte de las entidades financieras colombianas, se debe desarrollar una metodología que tenga en cuenta la información cualitativa que se puede obtener por fuentes externas (expertos) de una manera estructurada pero que, al mismo tiempo, sea capaz de incorporar los eventos de pérdida debidos al riesgo operativo, en la medida que éstos se vayan presentando.

Así, la metodología que se desarrolla y se explica en este modulo permite tener en cuenta las cuatro fuentes de información identificadas en el capítulo anterior para la medición del riesgo operativo en entidades financieras, las cuales son: eventos de pérdida internos, eventos de pérdida externos, indicadores de riesgo y juicios de los expertos.

La metodología consta de 9 pasos los cuales se muestran en el siguiente esquema, y se describen detalladamente a continuación.



Grafica 16: Modelo de identificación y medición de pérdidas asociados a eventos de RO,  
 Fuente: Construcción propia

## ETAPA 1: Seleccionar las Líneas de Negocio

En esta etapa se deben seleccionar las líneas de negocio de la entidad que se van a tener en cuenta en la identificación y cuantificación de la exposición al riesgo operativo. Es importante entender claramente los procesos y actividades correspondientes a cada línea de negocio para poder medir más precisamente el nivel de exposición. El Comité de Basilea propone un conjunto de líneas de negocio en las cuales puede dividirse un banco. Esta división se presentó ya en el apartado del marco normativo y puede servir como guía para determinar las líneas de negocio de cualquier institución financiera.

Finalmente, en esta etapa también se debe establecer el horizonte de tiempo dentro del cual se va a medir el nivel de exposición al riesgo operativo.

## **ETAPA 2: Categorizar los Posibles Eventos de Pérdida**

Para identificar más fácilmente los posibles eventos de pérdida debidos al riesgo operativo, es conveniente categorizar dichos eventos. El Comité de Basilea ha propuesto una clasificación de los eventos de pérdida la cual también fue presentada previamente. Esta clasificación puede ser modificada de acuerdo con los juicios de los expertos en cada una de las entidades financieras.

## **ETAPA 3: Definir Niveles de Severidad para los Eventos de Pérdida**

En esta etapa se deben definir diferentes niveles de severidad para los posibles eventos de pérdida, de acuerdo con el monto de los mismos. Se definen, tanto el número de niveles como el rango de valores asociado a cada nivel. Por ejemplo, se podrían definir 5 niveles de la siguiente manera: Nivel 1, si el monto de la pérdida es menor a \$20 millones; Nivel 2 si el monto de la pérdida está entre \$20 y \$ 80 millones;...; Nivel 5, si el monto de la pérdida es superior a \$500 millones.

En estos tres primeros pasos se definen las líneas de negocio que se van a tener en cuenta y se estudian los posibles eventos de pérdida que se pueden presentar. Las etapas 4, 5, 6, 7 y 8 se aplican de la misma manera a cada una de las líneas de negocio seleccionadas.

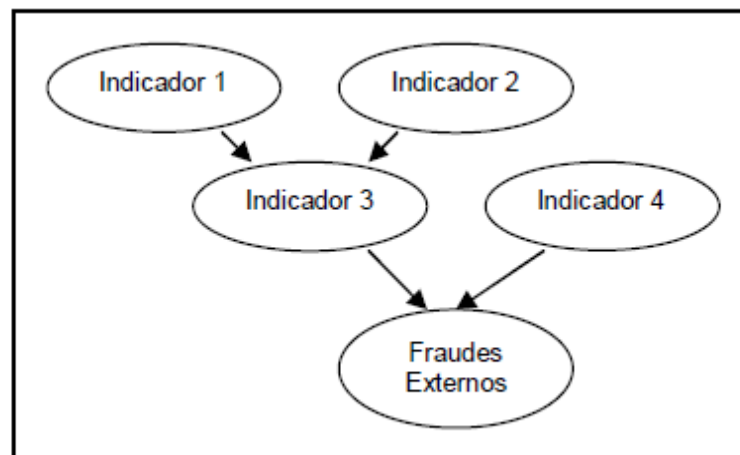
## **ETAPA 4: Identificar Indicadores de Riesgo**

Ante la escasez o fallas de consistencia de información histórica por la falta de cultura del autocontrol sobre los eventos de pérdida en las entidades financieras colombianas, en esta etapa se realizan varios pasos para definir los Indicadores de Riesgo que puedan alertar sobre la ocurrencia de este tipo de eventos:

- ❖ Se propone construir indicadores para cada una de las categorías definidas en la etapa 2. Si se utiliza la clasificación hecha por el Comité de Basilea, presentada de manera previa, los indicadores pueden ser definidos para cada subcategoría de eventos o directamente para cada categoría, de acuerdo con lo que los expertos consultados de la entidad financiera consideren más conveniente.

Es posible que existan indicadores que afecten simultáneamente a más de una categoría de eventos de pérdida. De la misma manera, pueden existir indicadores que, a su vez, necesitan de otros indicadores (sub-indicadores) para ser explicados más precisamente.

Por ejemplo, para la categoría Fraude Externo, se podrían identificar dos indicadores que pueden alertar sobre la posible ocurrencia de este tipo de evento. Sin embargo, si uno de los indicadores no es claramente explicable u observable, se pueden identificar otros indicadores que ayuden a explicar este indicador, tal como se muestra en la siguiente figura.



Grafica 17: Red de Relación de indicadores  
Fuente: Construcción propia

- ❖ Se deben definir posibles niveles para cada uno de los indicadores identificados para luego establecer el nivel en el cual se podría ubicar la entidad financiera que se está evaluando, de acuerdo con la opinión de expertos.
- ❖ En caso de tener indicadores que dependan de otros indicadores, se debe definir un orden de importancia entre los sub-indicadores que permita establecer cuáles son más importantes a la hora de explicar los indicadores principales. Adicionalmente, se debe definir la relación entre los sub-indicadores y los indicadores principales.

## ETAPA 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida

Al igual que en el paso anterior, se debe definir un orden de importancia entre los indicadores de riesgo identificados para cada una de las categorías de eventos de pérdida y, de la misma manera, se debe establecer la relación entre los indicadores de riesgo y la posibilidad de que ocurran los eventos de pérdida.

## ETAPA 6: Construir el Modelo de Redes Bayesianas

La construcción del modelo de Redes Bayesianas se debe realizar en dos pasos: Definición de variables y Estimación de las probabilidades subjetivas.

Definición de Variables: las variables de la Red Bayesiana corresponden a las diferentes categorías de eventos de eventos de pérdida y a los Indicadores de Riesgo definidos para cada categoría.

Estimación de las Probabilidades Condicionales: las relaciones entre las variables de la Red Bayesiana se expresan por medio de probabilidades condicionales. Inicialmente se deben estimar las probabilidades condicionales para los indicadores que dependen de otros indicadores. Para esto, con base en la relación entre indicadores y los órdenes de importancia definidos en la etapa 4, se estima la probabilidad de ocurrencia de cada nivel del indicador principal dado los diferentes niveles en los indicadores de los cuales éste depende. De esta manera, se podría construir una Tabla de probabilidad como la siguiente:

	Indicador 1			
	Nivel 1		Nivel 2	
	Nivel 1	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 2
<b>Indicador 2</b>				
<b>Fraude Externo</b>				
Nivel 1	...	0.2	...	
Nivel 2	...	0.3	...	
Nivel 3	...	0.5	...	

Tabla 7: Matriz de probabilidades asociada a cada indicador  
Fuente: Construcción Propia

En este ejemplo, si el indicador 1 se encuentra en el nivel 1, y el indicador 2 se encuentra en el nivel 2, entonces la probabilidad de que las pérdidas

debidas a Fraude Externo se encuentren en el nivel 1, 2 y 3 es de 0.2, 0.3 y 0.5 respectivamente.

### **ETAPA 7: Validar el Modelo de Redes Bayesianas**

Una vez construido el modelo de Redes Bayesianas se debe realizar el proceso de validación del mismo. En esta etapa, se validan las probabilidades condicionales definidas en el paso 6 teniendo en cuenta la información histórica existente sobre los eventos de pérdida que hayan ocurrido anteriormente en la empresa o en otras entidades.

Se deben enumerar los principales eventos de pérdida debidas al riesgo operativo que han ocurrido durante los últimos años. Se debe establecer el año de ocurrencia del evento, el monto de la pérdida asociada y la categoría dentro de la cual se podría clasificar, de acuerdo con las categorías definidas en la etapa 2

De esta manera, el modelo de Redes Bayesianas permite tener en cuenta la información histórica sobre los eventos de pérdida para ajustar las probabilidades condicionales. El principal resultado obtenido después de aplicar las primeras 7 etapas de la metodología es la distribución de probabilidad para cada una de las categorías de eventos de pérdida. Esta distribución presenta la probabilidad de ocurrencia de cada uno de los niveles de severidad definidos en el paso 3.

El siguiente paso es obtener una distribución de pérdida para la línea de negocio en el horizonte de tiempo establecido.

### **ETAPA 8: Obtener la Distribución de Pérdida**

La distribución de pérdidas debidas al riesgo operativo se obtiene por medio de simulación de Montecarlo. Adicionalmente a la distribución de probabilidad obtenida en el paso anterior, para cada una de las categorías se debe establecer el número aproximado de operaciones o transacciones en los que podrían ocurrir eventos de pérdida durante el horizonte de tiempo establecido en el paso 1.

De esta manera, se podría construir una Tabla como la que se muestra a continuación.



Categorías de Eventos	Número de operaciones en el período establecido sujetas a este tipo de pérdida
Fraude Interno	n1
Fraude Externo	n2
Prácticas de Empleo y Seguridad del Ambiente de Trabajo	n3
Clientes, Productos y Prácticas del Negocio	n4
Daño a los Activos Físicos	n5
Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas	n6
Ejecución y Manejo de Procesos	n7

Tabla 8: Cantidad de eventos asociados a pérdidas de RO  
Fuente: Elaboración propia

Se puede examinar el ejemplo del otorgamiento de tarjetas de crédito por parte del banco, operación que está expuesta a pérdidas por Fraude Externo. Si el banco otorga 1000 tarjetas de crédito en un año, el número de operaciones sujetas a pérdida por fraude externo en esta actividad será 1000.

Teniendo tanto la distribución de probabilidad de ocurrencia como el número de operaciones, productos o transacciones sujetas a pérdidas para cada una de las categorías de eventos, se realiza un proceso de simulación para obtener la distribución de las pérdidas totales para la línea de negocio durante el horizonte de tiempo seleccionado. Con base en esta distribución de pérdida se calcula la provisión anual que debe hacer la línea de negocio por concepto de riesgo operativo.

### **ETAPA 9: Calcular la Provisión Total**

Finalmente, en este paso se suman las provisiones calculadas para cada una de las líneas de negocio obteniendo la provisión total que debe hacer la entidad financiera para cubrir los posibles eventos de pérdida debidos al riesgo operativo.

## **APLICACIÓN DEL MODELO DE REDES BAYESIANAS A UNA ENTIDAD FINANCIERA ESPECÍFICA**

### **Consideraciones generales sobre la recolección de la información**

El proceso de selección y clasificación de los datos para el desarrollo del modelo se convierte en un elemento fundamental del proceso, uno porque de la disponibilidad de esta información se podrán realizar las pruebas que nos permitan determinar las distribuciones de probabilidad a priori sobre las que se fundamenta la técnica de modelación Bayesiana y dos porque de esta información se desprenden los controles que conllevan en la entidad financiera a implementar el Sistema de Administración de Riego Operativo en su etapa de gestión de riesgos.

Las fuentes de información sobre las cuales se realizara la toma de datos se clasifican en dos dimensiones (internas y externas) de las entidades objetos de intervención, a saber:

Fuentes internas:

Eventos de pérdidas asociados a RO

Información de severidad de las pérdidas ocasionadas por RO

Fuentes Externas:

Bases de datos teóricas de eventos y severidad construidas por la entidad de regulación y control

Juicios de expertos consultados sobre eventos y severidad

Indicadores de riesgo estándar utilizados a nivel nacional e internacional

La primera fuente de información está representada por los datos sobre las pérdidas debidas a eventos internos y externos. De acuerdo con el Comité de Basilea estos datos están conformados tanto por los eventos de alta frecuencia y bajo impacto económico como por eventos de baja frecuencia y alto impacto económico.

El objetivo es que todas las instituciones financieras cuenten con sistemas de información que permitan hacer un seguimiento de ambos tipos de eventos de pérdida, aunque la modelación y los controles sean diferentes. En el caso de los eventos de alta frecuencia y bajo impacto, estos están representados por las pérdidas promedio, o esperadas, que generalmente pueden ser presupuestadas con un alto grado de confianza y pueden ser absorbidas de manera rutinaria a través del estado de ganancias y pérdidas de las compañías.

En tanto que los eventos de baja frecuencia y alto impacto están representados en las pérdidas inesperadas, las cuales ocurren con muy poca frecuencia y algunas veces son suficientemente grandes como para causar una reducción en el capital básico e incluso poner en peligro la continuidad del negocio.

Estadísticamente, las pérdidas esperadas pueden considerarse como la media de la distribución de pérdidas, mientras que las pérdidas inesperadas, como eventos de cola.

Para el caso de los eventos de pérdidas de baja frecuencia y alta severidad, es posible que las instituciones no tengan identificados una cantidad de datos de eventos internos suficientemente sólida como para llegar a un cálculo significativo de la “cola” de la distribución de pérdidas. En este caso aparece una segunda fuente de información representada en los eventos de pérdidas registrados y consolidados por los entes de regulación y control. Para el caso específico de Colombia se utilizará la información proveniente de la Superintendencia Financiera de Colombia (SFC) o de otras instituciones de la industria.

Para hacer uso de esta información las instituciones deben implementar políticas que describan las circunstancias en las que se van a recopilar dichos datos externos, su importancia para la institución y la forma en que van a usarse dentro de la misma. Los datos externos de pérdidas pueden aportar no sólo información sobre los montos reales de pérdida, sino también información sobre las causas y circunstancias de los propios eventos.

### **ETAPA 1: Seleccionar las Líneas de Negocio**

La línea de negocio seleccionada fue Banca Empresarial. Esta línea de negocios se encuentra orientada a las personas jurídicas que utilizan la entidad financiera para realizar sus actividades de inversión y financiación mediante una variada cantidad de productos financieros como cuentas de

ahorro, cuentas corrientes empresariales, CDT's , tarjetas de crédito empresariales y líneas de crédito como capital de trabajo, leasing y fiducréditos, así como servicios adicionales para el manejo de los recursos de manera rápida y eficiente mediante una sucursal virtual mediante la instalación de un software al cliente, que le permite realizar consultas y transacciones financieras, desde su propia oficina, sobre los diferentes productos y servicios que tiene con el banco, respondiendo a sus necesidades de información de manera eficiente y segura.

De esta manera Banca Empresarial le permite al cliente:

- ❖ Extender las funciones que en una oficina y Dirección General cumplen la combinación de las áreas de Caja/Plataforma y Oficina/Gerente. Es decir, la combinación de los aspectos Operativo/Comercial hacia el lugar que el cliente lo requiera.
- ❖ Consultar y realizar transacciones financieras sobre los productos y servicios que tenga con el banco.
- ❖ Realizar pagos a terceros con abono a cuentas del banco y otros bancos.

El cliente hará conexión con el Banco a través de Internet y por seguridad se utilizará una red segura por la cual se transmite la información encriptada y con niveles de seguridad.

El mercado objetivo de Banca Empresarial está conformado por los clientes de la Banca Corporativa, Empresarial, el Sector Financiero, el Sector Oficial y Pymes.

Algunas de las ventajas que este producto le brinda al cliente son:

- ❖ Comodidad para realizar sus consultas y operaciones.
- ❖ Control de sus movimientos en el banco.
- ❖ Oportunidad de la información de sus productos y transacciones.
- ❖ Conciliación ágil y oportuna de sus negocios.
- ❖ Seguridad.
- ❖ Toma de decisiones financieras ágiles y eficaces.
- ❖ Disminución de cargas operativas.
- ❖ Reducción de Costos.

Para identificar el conjunto de eventos de pérdida relacionados al producto Banca Empresarial que se pueden presentar, es necesario

conocer el proceso operativo del producto. La Tabla siguiente muestra los principales procedimientos y actividades del proceso de Banca Empresarial.

	PROCEDIMIENTO	ACTIVIDAD	
1	OFERTA DEL PRODUCTO	1.1	VISITAR AL CLIENTE
		1.2	DEFINIR CONDICIONES FINANCIERAS
		1.3	DILIGENCIAR Y TRAMITAR DOCUMENTACION T.E. <sup>27</sup> .
2	INGRESO CLIENTE AL SISTEMA T.E.	2.1	CREAR CLIENTE EN EL SISTEMA Y GENERAR CLAVES
3	INSTALACION Y CAPACITACION T.E.	3.1	INSTALAR SOFTWARE Y REALIZAR PRUEBAS
		3.2	CAPACITAR AL USUARIO
4	INGRESO AL APLICATIVO	4.1	INGRESAR AL APLICATIVO
5	REALIZAR CONSULTAS	5.1	CONSULTAR CUENTA CORRIENTE Y AHORROS
		5.2	CONSULTAR CERTIFICADOS
		5.3	CONSULTAR TARJETA DE CREDITO
		5.4	CONSULTAR CARTERA
		5.5	CONSULTAR RECAUDOS
6	REALIZAR TRANSACCIONES FINANCIERAS	6.1	TRANSACCIONES CUENTA CORRIENTE O AHORROS
		6.2	TRANSACCIONES TARJETA DE CREDITO
		6.3	TRANSACCIONES CARTERA
7	SALIR DEL APLICATIVO	7.1	SALIR DEL APLICATIVO
8	SOPORTE T.E.	8.1	EFFECTUAR SOPORTE PRIMER NIVEL T.E.
		8.2	EFFECTUAR SOPORTE SEGUNDO NIVEL T.E.
		8.3	EFFECTUAR SOPORTE TERCER NIVEL T.E.
9	MANTENIMIENTO	9.1	ELIMINAR CLIENTES DEL SISTEMA T.E.
		9.2	ACTUALIZAR SOFTWARE
10	ADMINISTRACION DEL SISTEMA	10.1	GENERAR REPORTES T.E.
		10.2	EJECUTAR PROCESOS T.E.
		10.3	ADMINISTRACION DE SERVIDORES T.E. Y VPN
11	CUADRE	11.1	EFFECTUAR CUADRE T.E.

Tabla 9: Procesos y actividades producto Banca Empresarial  
Fuente: La entidad Financiera

Teniendo en cuenta el modelo operativo del producto, se identificó el grupo de personas de Banca Empresarial que debían participar en la aplicación de la Metodología de Identificación y Medición del Riesgo Operativo.

Finalmente, el horizonte de tiempo seleccionado para la aplicación de la metodología fue de 1 año.

## ETAPA 2: Categorizar los Posibles Eventos de Pérdida

El grupo de trabajo de Banca Empresarial seleccionó las siguientes categorías de eventos de pérdida, definidas por el Comité de Basilea,

para tenerlas en cuenta en la identificación y cuantificación del Riesgo Operativo:

- ❖ Fraude Interno
- ❖ Fraude Externo
- ❖ Prácticas de Empleo y Seguridad del área de Trabajo
- ❖ Clientes, Productos y Prácticas del Negocio
- ❖ Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas de información
- ❖ Ejecución y Manejo de Procesos

### **ETAPA 3: Definir Niveles de Severidad para los Eventos de Pérdida**

El grupo de trabajo de Banca Empresarial definió los siguientes niveles de severidad para los eventos de pérdida:

- **Nivel 1:** pérdidas entre \$0 y \$50.000.000
- **Nivel 2:** pérdidas entre \$50.000.000 y \$100.000.000
- **Nivel 3:** pérdidas entre \$100.000.000 y \$200.000.000
- **Nivel 4:** pérdidas entre \$200.000.000 y \$500.000.000
- **Nivel 5:** pérdidas entre \$500.000.000 y \$1000.000.000

### **ETAPA 4: Identificar Indicadores de Riesgo**

Para la identificación y definición de los indicadores se siguieron cada uno de los pasos sugeridos por la metodología para esta etapa:

El grupo de trabajo de Banca Empresarial identificó indicadores de riesgo para cada una de las categorías principales de eventos de pérdida. Las siguientes tablas muestran los indicadores identificados para cada una de las categorías. Adicionalmente, las Tablas presentan una descripción de cada indicador, los posibles niveles definidos por el grupo de trabajo de Banca Empresarial, y el nivel en el cual el grupo cree que se encuentra ubicado el Banco actualmente.

CATEGORÍA	INDICADORES			SUB-INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL	SUB-INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
FRAUDE INTERNO	1. Seguridad en el envío de Claves	Nivel de eficiencia y seguridad en la entrega de claves a nuestros clientes	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	1. Generación de claves	Personas que intervienen en la generación de claves	1. UNA PERSONA 2. VARIAS PERSONAS
				2. Seguridad en la recepción de las claves por parte del cliente	Nivel de privacidad en el correo de los clientes que reciben las claves	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO
	2. Restricciones en la asignación de códigos de convenios	Nivel de restricción en la asignación de cuentas en el momento de habilitar la opción de pagos a terceros	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO			
	3. Supervisión	Existencia de supervisión al proceso de asignación de claves	1. NO 2. SI			
	4. Confidencialidad de la información	Manejo adecuado de la información de los clientes	1. NO 2. SI			
5. Calidad del personal	Calidad del personal relacionado con la Terminal	1. MALO 2. REGULAR 3. BUENO	1. Antecedentes disciplinarios	Reseña en Entidades Judiciales del personal	1. NO TIENEN 2. TIENEN	
			2. Nivel de Vida	Forma y estilo de vida	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	

Tabla 10: Indicadores de Riesgo para la Categoría Fraude Interno  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
FRAUDE EXTERNO	1. Facilidad para la delegación de usuarios por parte del superusuario	Facilidades para los superusuarios para crear, modificar y eliminar usuarios	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO
	2. Facilidad para la creación indebida de archivos de pagos a terceros	Facilidades para los usuarios para cambiar los datos que contienen los archivos de pagos a terceros	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO

Tabla 11: Indicadores de Riesgo para la Categoría Fraude Externo  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADORES			SUB-INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL	SUB-INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
PRÁCTICAS DE EMPLEO Y SEGURIDAD DEL AMBIENTE DE TRABAJO	1. Presión laboral	Posibilidad de producir errores o atención no oportuna de requerimientos	1. BAJA 2. MEDIA 3. ALTA	1. Creaciones	Cantidad de solicitudes con errores	1. 21 en adelante (diarias) 2. 1 a 20
				2. Modificaciones	Cantidad de solicitudes con errores	1. 41 - en adelante (diarias) 2. 21 a 40 3. 5 a 20
				3. Reenvíos	Cantidad de solicitudes con errores	1. 6 en adelante (diarias) 2. 1 a 5
	2. Nivel de Restricción del sitio de trabajo	Nivel de privacidad y seguridad del sitio de trabajo	1. MALO 2. REGULAR 3. BUENO			

Tabla 12: Indicadores de Riesgo para la Categoría Prácticas de Empleo y Seguridad del área de Trabajo  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
CLIENTES, PRODUCTOS Y PRACTICAS DEL NEGOCIO	1. Confidencialidad de la información	Manejo adecuado de la información de los clientes	1. NO <u>2. SI</u>
	2. Demora del sistema en la creación de usuarios	Frecuencia con la que el sistema, dentro del proceso de creación, se toma tiempos que perjudican la operación y demoran la atención al cliente	1. BAJA <u>2. MEDIA</u> 3. ALTA
	3. Complejidad del sistema	Disponibilidad en el sistema para facilitar el proceso de creación o cambio de claves	1. BAJA <u>2. MEDIA</u> 3. ALTA

Tabla 13: Indicadores de Riesgo para la Categoría Clientes, Productos y Prácticas del Negocio  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
INTERRUPCIÓN DEL NEGOCIO Y FALLAS EN LOS SISTEMAS	1. Concurrencia en los servidores de Mi Bancafé Negocios y VPN (LSMS)	En las horas pico los clientes tratan de ingresar al tiempo lo que ocasiona saturación y demora en los tiempos de respuesta	1. NUNCA <u>2. ESPORÁDICA</u> 3. SIEMPRE
	2. Demora en los procesos batch del Banco	En algunas ocasiones los procesos de cierre no cumplen con los tiempos establecidos, perjudicando el servicio	1. NUNCA <u>2. ESPORÁDICA</u> 3. SIEMPRE
	3. Falla en la realización de backups	No se tienen acuerdos de Servicios para los mismos	1. NUNCA <u>2. ESPORÁDICA</u> 3. SIEMPRE

Tabla 14: Indicadores de Riesgo para la Categoría Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas de Información  
Fuente: La entidad Financiera



CATEGORÍA	INDICADORES			SUB-INDICADORES		
	INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL	SUB-INDICADOR	DESCRIPCION	NIVEL
EJECUCIÓN Y MANEJO DE PROCESOS	1. Errores en el registro de clientes	Información incorrecta de nuestros clientes (e-mail) y forma de entrega no apropiada de los mismos	1. NUNCA 2. ESPORÁDICO 3. SIEMPRE	1. Envío claves vía e-mail	Nombres de correos errados, servidores congestionados o mail del cliente lleno que producen retraso en la llegada de las claves	1. 1-10 (diarias) 2. 11 - 20 3. 21 EN ADELANTE
				2. Entrega de claves vía telefónica	Posibilidad de entregar la clave a una persona distinta a la autorizada	1. 0-5 (diarias) 2. 6 - 10 3. 11 EN ADELANTE
	2. Acceso a producción	Asignación de usuarios a personas del Banco que no son clientes de Mi Bancafé Empresarial	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO			
	3. Errores en el manejo de Bases de datos	No hay acuerdo definido de backups, lo que produce carga operativa al área en caso de pérdida de la información	1. NUNCA 2. ESPORÁDICO 3. SIEMPRE			

Tabla 15: Indicadores de Riesgo para la Categoría Ejecución y Manejo de Procesos  
Fuente: La entidad Financiera

Algunos de los indicadores identificados para las diferentes categorías de eventos de pérdida fueron explicados por medio de sub-indicadores. El grupo de trabajo definió un orden de importancia entre estos sub-indicadores para identificar cuáles de ellos eran más importantes para explicar al indicador correspondiente. En la columna de sub-indicadores de las Tablas anteriores se puede observar que estos están ordenados de acuerdo con la importancia dada por el grupo de trabajo.

Adicionalmente, se definió la relación entre los sub-indicadores y los indicadores relacionados para cada una de las categorías de eventos de pérdida en las cuales se definieron sub-indicadores. Estos resultados se presentan en las siguientes tablas:

INDICADOR	NIVEL	SUB-INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN INDICADOR - SUBINDICADOR
Envío de Claves	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	1. Generación de claves	1. <u>UNA PERSONA</u> 2. VARIAS PERSONAS	Mientras menos personas intervengan en la generación de claves, más seguro será el proceso de envío de claves.
		2. Seguridad en la recepción de las claves por parte del cliente	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Si existe un alto nivel de privacidad en el correo de las personas que reciben las claves, el proceso de envío de claves será más eficiente.
Calidad del Personal	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	1. Antecedentes disciplinarios	1. <u>NO TIENEN</u> 2. TIENEN	Si el personal no tiene antecedentes disciplinarios, la calidad de éste es mejor.
		2. Nivel de Vida	1. BAJO 2. <u>MEDIO</u> 3. ALTO	El personal será de mejor calidad si tiene un mejor nivel de vida.

Tabla 16: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Fraude Interno  
Fuente: La entidad Financiera

INDICADOR	NIVEL	SUB-INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN INDICADOR - SUBINDICADOR
Presión Laboral	1. BAJA 2. MEDIA 3. ALTA	1. Creaciones	1. 21 en adelante (diarias) <u>2. 1 a 20</u>	Mientras menor sea el número de solicitudes, se cometen menos errores debidos a la presión laboral.
		2. Modificaciones	1. 41 - en adelante (diarias) 2. 21 a 40 <u>3. 5 a 20</u>	Mientras menor sea el número de solicitudes, se cometen menos errores debidos a la presión laboral.
		3. Reenvíos	1. 6 en adelante (diarias) <u>2. 1 a 5</u>	Mientras menor sea el número de solicitudes, se cometen menos errores debidos a la presión laboral.

Tabla 17: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Prácticas de Empleo y Seguridad en el Área de Trabajo

Fuente: La entidad Financiera

INDICADOR	NIVEL	SUB-INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN INDICADOR - SUBINDICADOR
1. Errores en el registro de clientes	1. NUNCA 2. ESPORÁDICO 3. SIEMPRE	1. Envío claves via e-mail	<u>1. 1-10</u> (diarias) 2. 11 - 20 3. 21 EN ADELANTE	Si se cometen menos errores en el envío de claves via e-mail disminuirá el número de errores en el Registro de Clientes.
		2. Entrega de claves via telefónica	<u>1. 0-5</u> (diarias) 2. 6 - 10 3. 11 EN ADELANTE	Si se cometen menos errores en el envío de claves via telefónica disminuirá el número de errores en el Registro de Clientes.

Tabla 18: Relación Indicadores – Subindicadores en la categoría Ejecución y Manejo de Procesos

Fuente: La entidad Financiera

## ETAPA 5: Establecer la Relación entre los Indicadores de Riesgo y los Eventos de Pérdida

Al igual que en el paso anterior, el grupo de trabajo definió un orden de importancia entre los indicadores para identificar cuáles de ellos eran más importantes para explicar la ocurrencia de cada uno de los tipos de eventos de pérdida. En la columna de indicadores de las Tablas 10, 11, 12, 13, 14 y 15 se puede observar que éstos están ordenados de acuerdo con la importancia dada por el grupo de trabajo.

Adicionalmente, se definió la relación entre los indicadores y los eventos de pérdida relacionados. Estos resultados se presentan en las siguientes Tablas:

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA - INDICADOR
FRAUDE INTERNO	1. Seguridad en el envío de Claves	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Si existe más seguridad en el envío de claves, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas debidas a Fraudes Internos.
	2. Restricciones en la asignación de códigos de convenios	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Si aumentan las restricciones en la asignación de códigos de convenio, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas debidas a Fraudes Internos.
	3. Supervisión	1. NO 2. SI	Si aumentan los niveles de supervisión, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas debidas a Fraudes Internos.
	4. Confidencialidad de la información	1. NO 2. SI	Si se mantiene la confidencialidad de la información, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas debidas a Fraudes Internos.
	5. Calidad del personal	1. MALO 2. REGULAR 3. BUENO	Si el producto es manejado por un personal de alta calidad, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas debidas a Fraudes Internos.

Tabla 19: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Frauda Interno  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA - INDICADOR
FRAUDE EXTERNO	1. Facilidad para la delegación de usuarios por parte del superusuario	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Mientras más facilidades tengan los superusuarios para crear, modificar y eliminar usuarios, aumenta la posibilidad de que ocurran fraudes externos.
	2. Facilidad para la creación indebida de archivos de pagos a terceros	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Mientras más facilidades tengan los usuarios para cambiar los datos que contienen los archivos de pagos a terceros, aumenta la posibilidad de que ocurran fraudes externos.

Tabla 20: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Frauda Externo  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA – INDICADOR
PRÁCTICAS DE EMPLEO Y SEGURIDAD DEL AMBIENTE DE TRABAJO	1. Presión laboral	1. BAJA 2. MEDIA 3. ALTA	Si existe un alto nivel de presión laboral aumenta la posibilidad de que se produzcan pérdidas debidas a las prácticas de empleo.
	2. Nivel de Restricción del sitio de trabajo	1. MALO 2. REGULAR 3. BUENO	Si aumenta el nivel de privacidad y seguridad del sitio de trabajo, disminuye la posibilidad de que ocurran pérdidas en esta categoría.

Tabla 21: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Prácticas de Empleo y Seguridad del área de Trabajo  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA – INDICADOR
CLIENTES, PRODUCTOS Y PRÁCTICAS DEL NEGOCIO	1. Confidencialidad de la información	1. NO 2. SI	Si se maneja adecuadamente la información de los clientes, disminuye la posibilidad de que se presenten pérdidas en esta categoría, debido al descontento de los clientes.
	2. Demora del sistema en la creación de usuarios	1. BAJA 2. MEDIA 3. ALTA	Si el sistema se toma tiempos que perjudican la operación y demoran la atención al cliente, aumenta la posibilidad de que se presenten pérdidas en esta categoría, debido al descontento de los clientes.
	3. Complejidad del sistema	1. BAJA 2. MEDIA 3. ALTA	Si el sistema facilita el proceso de creación o cambio de claves, disminuye la posibilidad de que se presenten pérdidas en esta categoría, debido al descontento de los clientes.

Tabla 22: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Clientes, Productos y Prácticas del Negocio  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA – INDICADOR
INTERRUPCIÓN DEL NEGOCIO Y FALLAS EN LOS SISTEMAS	1. Concurrencia en los servidores de Mi Bancafé Negocios y VPN (LSMS)	1. NUNCA 2. ESPORÁDICA 3. SIEMPRE	Si aumenta la concurrencia en los servidores, es más probable que se presenten interrupciones y fallas en el sistema.
	2. Demora en los procesos batch del Banco	1. NUNCA 2. ESPORÁDICA 3. SIEMPRE	Si los procesos de cierre no cumplen con los tiempos establecidos, es más probable que se presenten pérdidas debidas a esta categoría.
	3. Falla en la realización de backups	1. NUNCA 2. ESPORÁDICA 3. SIEMPRE	Si se presentan fallas en la realización de los backups, aumenta la posibilidad de que se presenten interrupciones en el negocio.

Tabla 23: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Interrupción del Negocio y Fallas en los Sistemas de información  
Fuente: La entidad Financiera

CATEGORÍA	INDICADOR	NIVEL	RELACIÓN CATEGORÍA – INDICADOR
EJECUCIÓN Y MANEJO DE PROCESOS	1. Errores en el registro de clientes	1. NUNCA 2. ESPORÁDICO 3. SIEMPRE	Si se presentan errores en el registro de los clientes, es más probable que se presenten pérdidas en esta categoría.
	3. Acceso a producción	1. BAJO 2. MEDIO 3. ALTO	Si se asigna una gran cantidad de usuarios a personas del Banco que no son clientes de Mi Bancafé Empresarial, es más probable que se presenten pérdidas en esta categoría.
	4. Errores en el manejo de Bases de datos	1. NUNCA 2. ESPORÁDICO 3. SIEMPRE	Si se presentan errores en el manejo de bases de datos, es más probable que se presenten pérdidas en esta categoría.

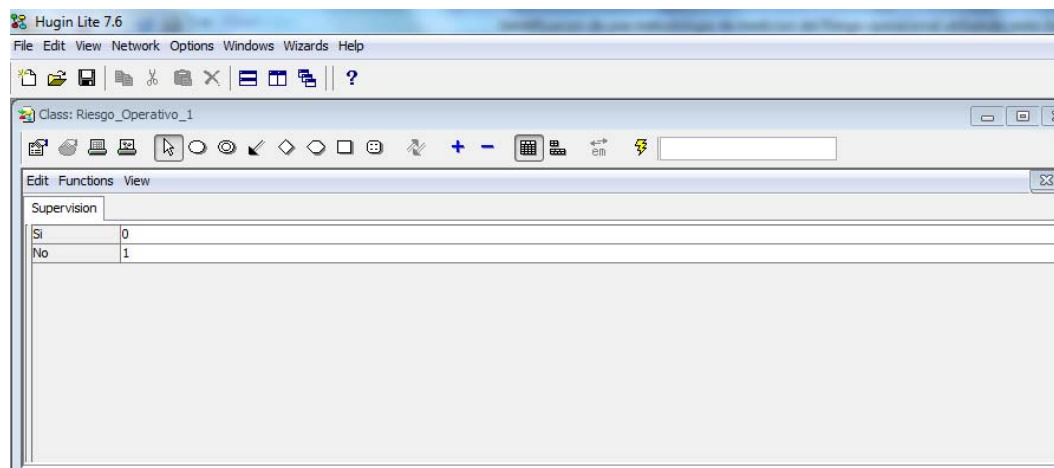
Tabla 24: Relación eventos de pérdida –Indicadores en la categoría Ejecución y Manejo de Procesos  
Fuente: La entidad Financiera

## ETAPA 6: Construir el Modelo de Redes Bayesianas

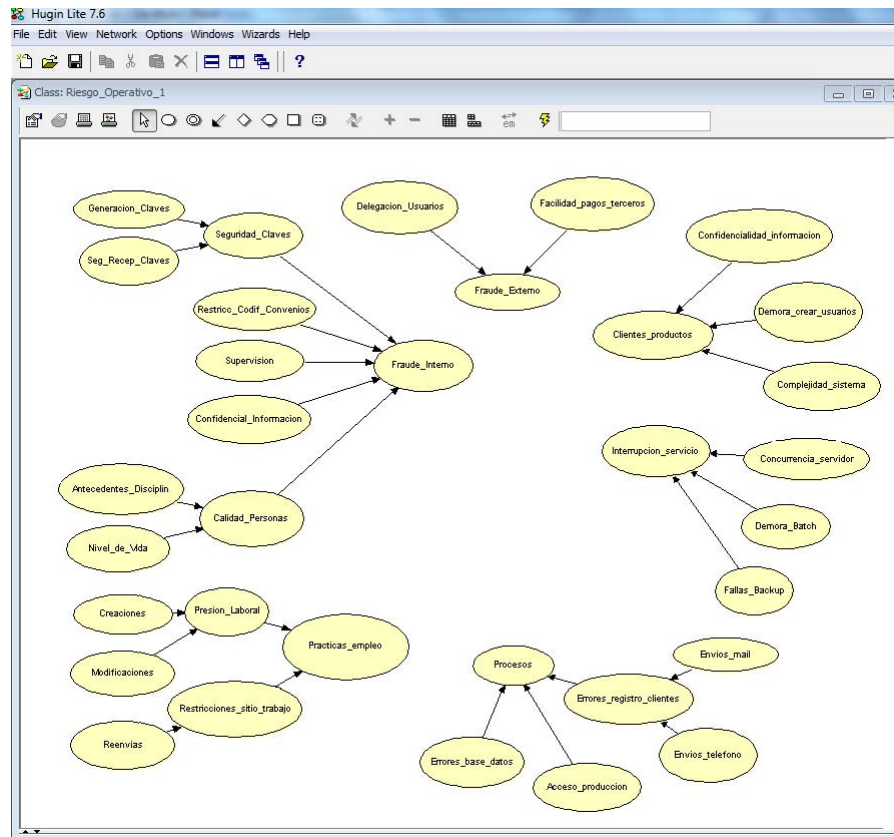
La construcción del modelo de Redes Bayesianas se realizó en dos pasos: Definición de Variables y Estimación de las Probabilidades Condicionales.

Definición de Variables: las variables de la Red Bayesiana corresponden a las diferentes categorías de eventos de pérdida y a los indicadores y sub-indicadores de Riesgo definidos para cada categoría.

La Red Bayesiana, construida con la ayuda del software Hugin Expert Lite 7.6, se muestra en la Grafica 19. Para cada uno de los sub-indicadores o indicadores que no dependen de otros indicadores, se debe fijar el nivel en el cual se encuentra actualmente el banco, de acuerdo con lo definido por el grupo de trabajo. Por ejemplo, para el indicador Supervisión, el grupo de trabajo definió los niveles Si y No, y consideró que el producto Banca Empresarial no cuenta con los niveles de supervisión adecuada en la generación de claves. Esto se muestra en la grafica 18.



Grafica 18: Nivel actual del indicador Supervisión  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

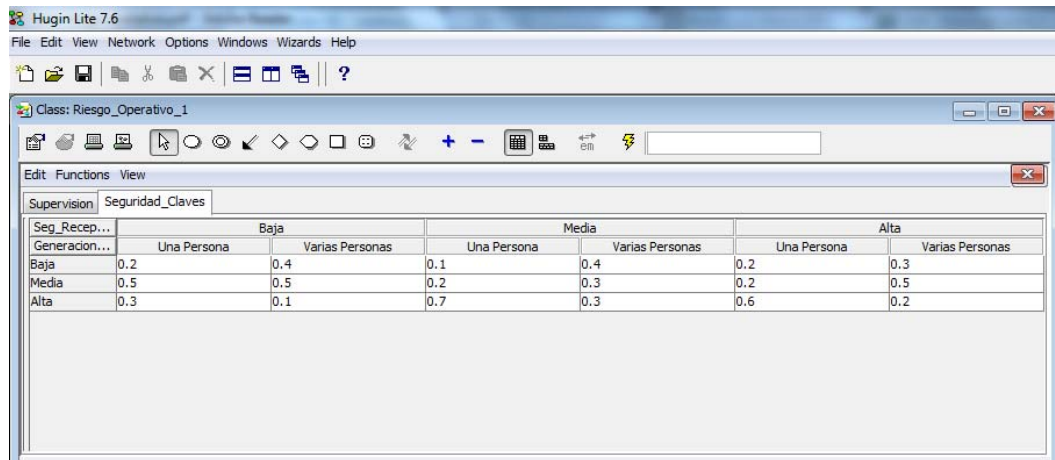


Grafica 19: Red Bayesiana de relaciones entre Factores de Riesgo - Indicadores  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

Estimación de las Probabilidades Condicionales: las probabilidades condicionales se estimaron con base en el orden de importancia y las relaciones entre sub-indicadores e indicadores y entre indicadores y categorías de eventos de pérdida, definidos en las etapas 4 y 5. Inicialmente, se estimaron las probabilidades condicionales para los indicadores que dependían de sub-indicadores.

Para ello, se estimó la probabilidad de ocurrencia de cada nivel del indicador principal dado los diferentes niveles en los sub-indicadores de los cuales dependía. Por ejemplo, para el indicador Seguridad en el Envío de Claves, para el cual se definieron dos sub-indicadores, se estimaron las probabilidades que se muestran en la Figura 20.

De esta manera, si la seguridad en la recepción de claves por parte del cliente es baja y la generación de claves en el banco es realizada por una sola persona, entonces el grupo de trabajo estimó que la Seguridad en el Envío de Claves será baja con una probabilidad de 0.2, media con probabilidad de 0.5, y alta con probabilidad de 0.3.



Class: Riesgo\_Operativo\_1

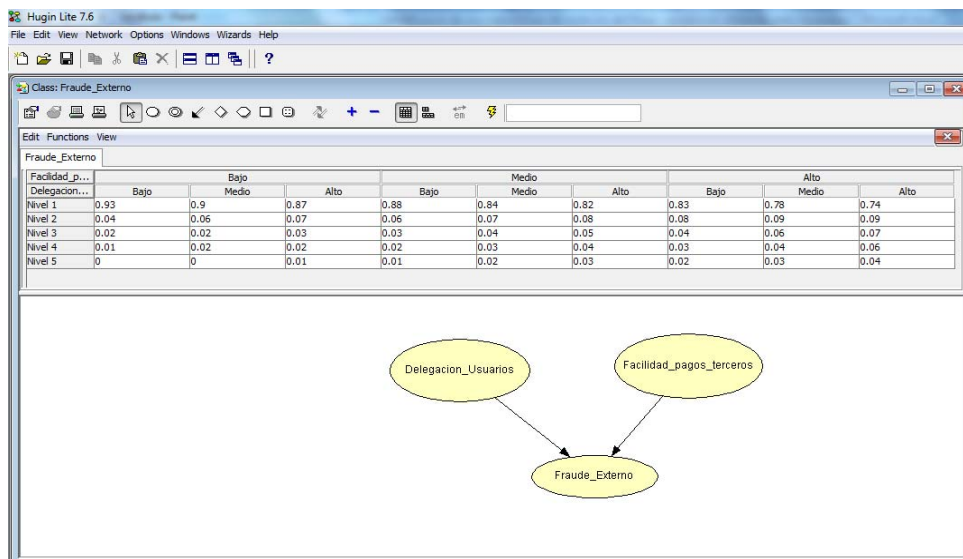
Supervision Seguridad\_Claves

Seg_Recep...	Baja		Media			Alta	
	Una Persona	Varias Personas	Una Persona	Varias Personas	Una Persona	Varias Personas	
Baja	0.2	0.4	0.1	0.4	0.2	0.3	
Media	0.5	0.5	0.2	0.3	0.2	0.5	
Alta	0.3	0.1	0.7	0.3	0.6	0.2	

Gráfica 20: Cálculo de probabilidades condicionales para el indicador Seguridad en el envío de claves  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

Las probabilidades para los demás indicadores que dependían de sub-indicadores se estimaron de la misma manera.

Seguidamente, se estimaron las probabilidades condicionales para cada una de las categorías de eventos de pérdida dada la relación con los diferentes indicadores de riesgo. Por ejemplo, para la categoría Fraude Externo, si el indicador Facilidad para la Delegación de Usuarios por parte del Superusuario está en nivel medio, y el indicador Facilidad para la Creación Indevida de Archivos de Pagos a Terceros está en nivel bajo, entonces la probabilidad de que se presenten pérdidas de nivel 1 será de 0.88, de nivel 2 será de 0.06, de nivel 3 será de 0.03, de nivel 4 será de 0.02 y de nivel 5 será de 0.01, tal como aparece en la Figura 21



Class: Fraude\_Externo

Fraude\_Externo

Facilidad_p...	Bajo			Medio			Alto		
	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto	Bajo	Medio	Alto
Nivel 1	0.93	0.9	0.87	0.88	0.84	0.82	0.83	0.78	0.74
Nivel 2	0.04	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08	0.08	0.09	0.09
Nivel 3	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05	0.04	0.06	0.07
Nivel 4	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.04	0.06
Nivel 5	0	0	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03	0.04

```

    graph TD
      A([Delegacion_Usuarios]) --> C([Fraude_Externo])
      B([Facilidad_pagos_terceros]) --> C
  
```

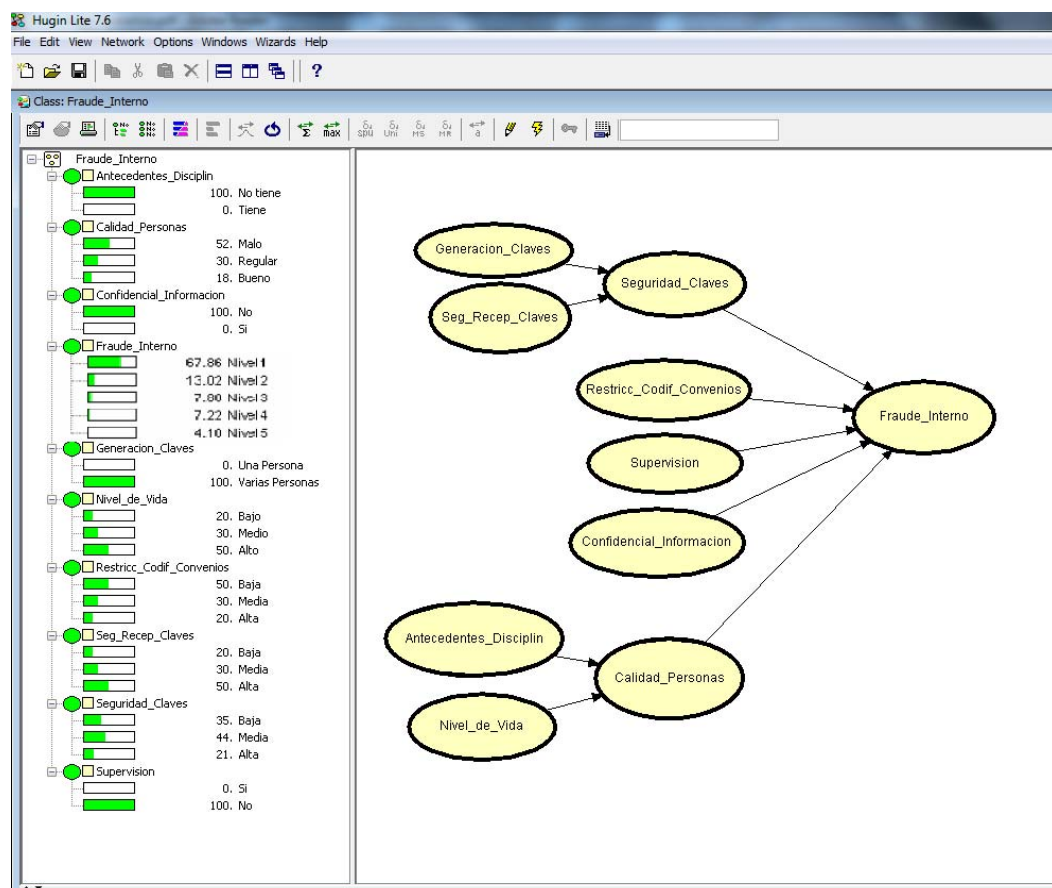
Gráfica 21: Cálculo de probabilidades condicionales para el Facto Fraude Externo  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

Las probabilidades condicionales para las demás categorías de eventos de pérdida, se estimaron de manera similar.

## ETAPA 7: Validar el Modelo de Redes Bayesianas

Debido a la ausencia de información histórica sobre eventos de pérdida, no fue posible validar las probabilidades condicionales definidas en el paso 6. Sin embargo, el modelo planteado permite actualizar fácilmente las probabilidades en caso de que se cuente con nueva información.

Después de aplicar las primeras 7 etapas de la metodología se obtiene la distribución de probabilidad para cada una de las categorías de eventos de pérdida. Estas distribuciones se presentan en las Gráficas 22, 23, 24, 25, 26 y 27.

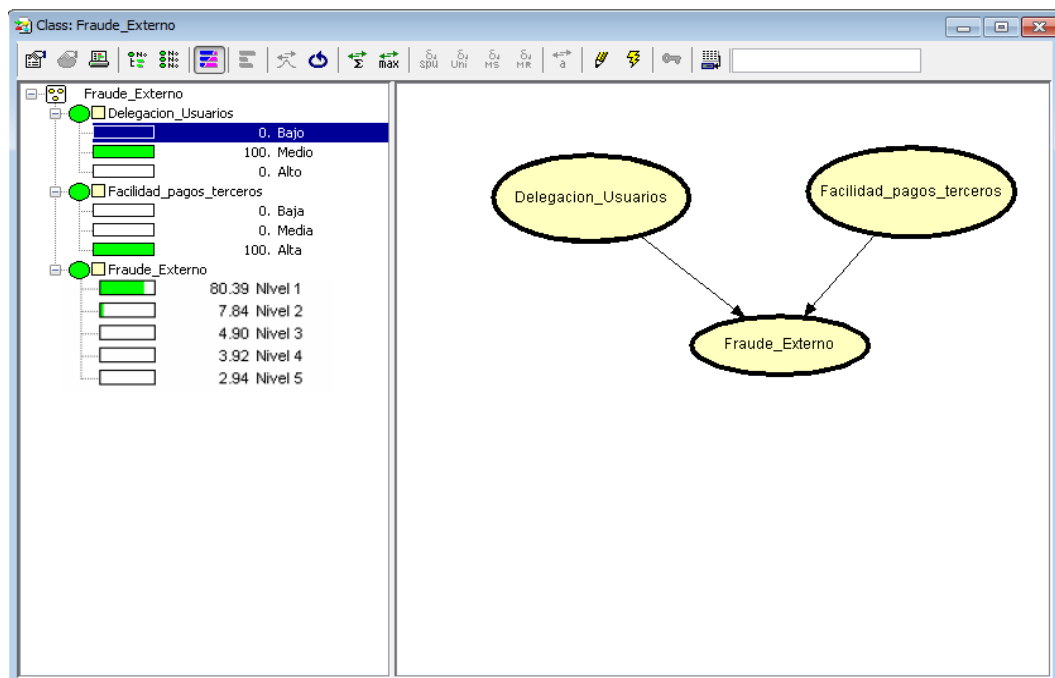


Grafica 22: Obtención de probabilidades del factor Fraude Interno  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la Grafica 22, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$50 millones, debido a Fraudes Internos es de 67.8%. Esta probabilidad es un relativamente baja si se compara

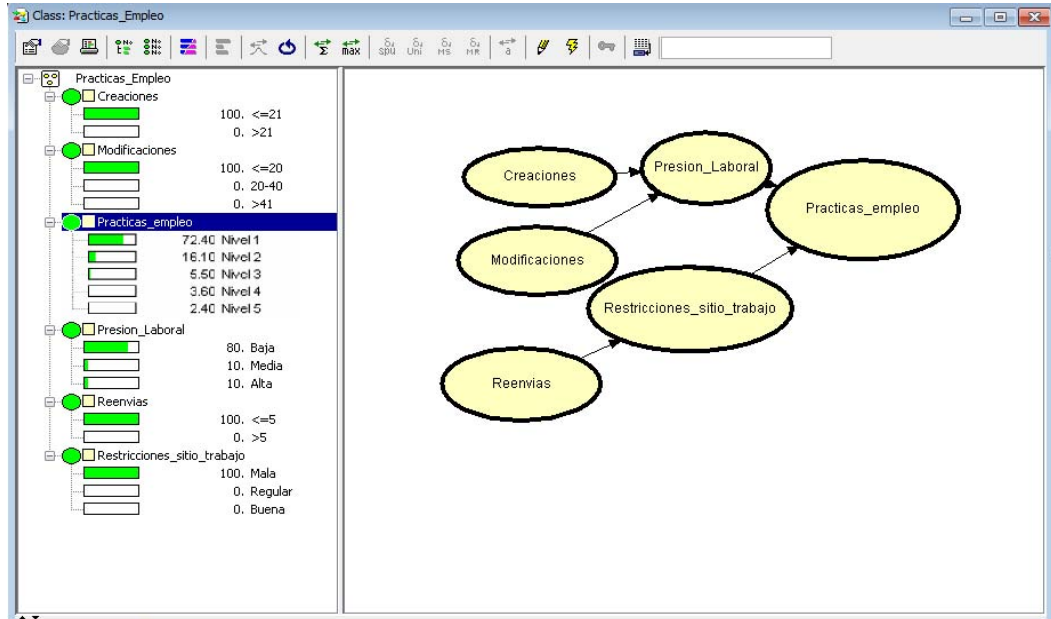


con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías o eventos de riesgo. Los indicadores que posiblemente pueden estar generando este riesgo son, principalmente, la falta de supervisión y el nivel de seguridad en el proceso de generación y envío de claves.



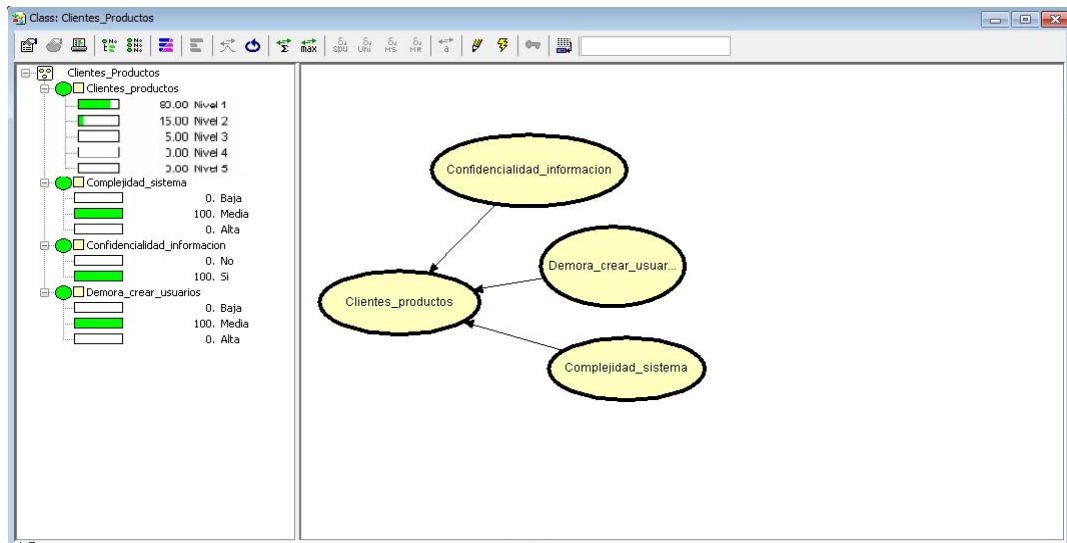
Grafica 23: Obtención de probabilidades del factor Fraude Externo  
 Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la grafica 23, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$5 millones, debido a Fraudes Externos es de 80.4%. Esta probabilidad está en un nivel medio si se compara con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías. En esta categoría se debe tener en cuenta que las pérdidas generadas en caso de un fraude externo no son cubiertas directamente por el banco, sino por el cliente o por la entidad aseguradora. Sin embargo, este tipo de eventos afecta considerablemente la confiabilidad e imagen del producto y del Banco, lo cual puede generar una alta disminución en el número de clientes.



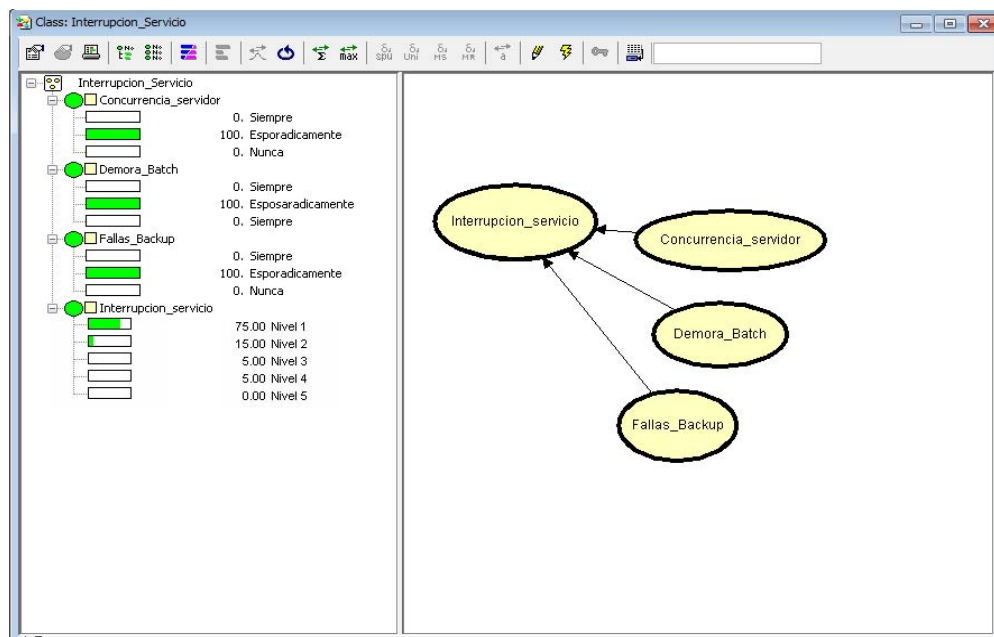
Grafica 24: Obtención de probabilidades del factor Practicas de Empleo y seguridad en el ambiente de trabajo  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la Figura 24, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$50 millones, debido a Prácticas de Empleo y Seguridad del Ambiente de Trabajo es del 72.4%. Esta probabilidad es un poco baja si se compara con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que, teniendo en cuenta la experiencia en algunos bancos de otros países, el riesgo de pérdidas debidas e esta categoría no suele ser tan alto. El indicador que parece estar generando gran parte de este riesgo es el bajo nivel de restricción y la baja seguridad en el sitio de trabajo.



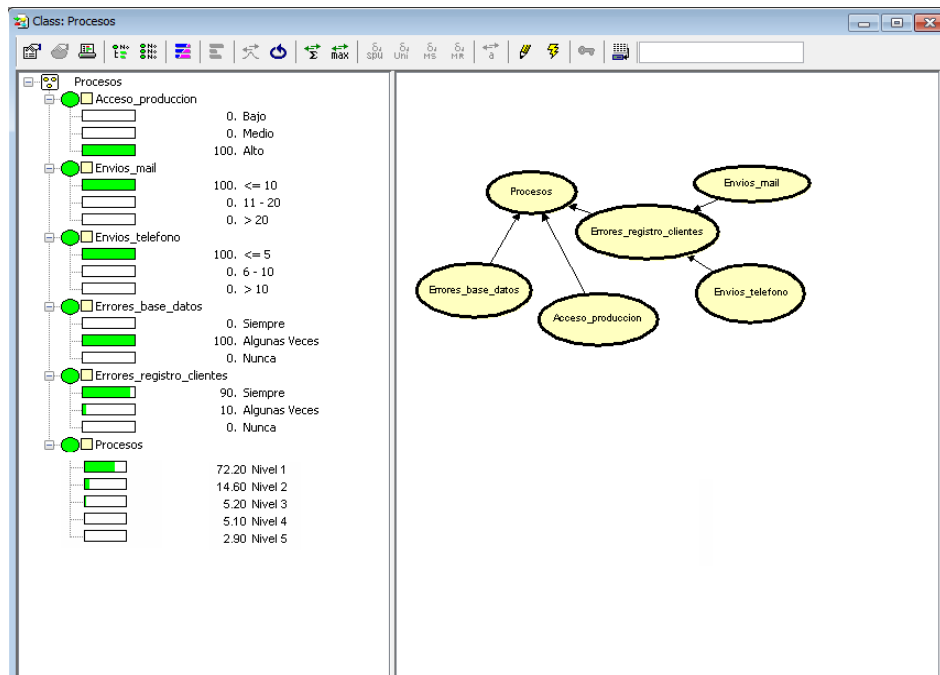
Grafica 25: Obtención de probabilidades del factor Clientes/Productos  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la Figura 25, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$50 millones, debido a Clientes, Productos y Prácticas del Negocio es de 80%. Esta probabilidad es alta si se compara con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías. El indicador que parece estar generando gran parte de este riesgo es la Demora del sistema en la creación de usuarios.



Grafica 26: Obtención de probabilidades del factor Interrupción en el Servicio  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la Figura 26, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$50 millones, debido a Interrupciones del negocio y fallas en los sistemas es de 75%. Esta probabilidad es alta si se compara con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías. Para esta categoría, los tres indicadores identificados parecen estar afectando, de manera similar, la posible ocurrencia de pérdidas de este tipo.



Grafica 27: Obtención de probabilidades del factor Procesos  
Fuente: Software Hugin Lite 7.6

En la Figura 27, se puede observar que la probabilidad de que se presenten pérdidas operativas de nivel 1, es decir entre 0 y \$50 millones, debido a errores en la Ejecución y Manejo de Procesos es de 72.2%. Esta probabilidad es alta si se compara con las probabilidades de pérdida obtenidas para las otras categorías. El indicador que parece estar generando gran parte de este riesgo es el acceso de personal de producción al sistema de Banca Empresarial.

Una vez obtenidas las distribuciones de probabilidad para cada categoría de eventos, el siguiente paso es obtener una distribución de pérdida para cada una de estas categorías en el horizonte de tiempo establecido, para luego determinar la distribución de pérdida total para el la línea de negocio de Banca Empresarial.

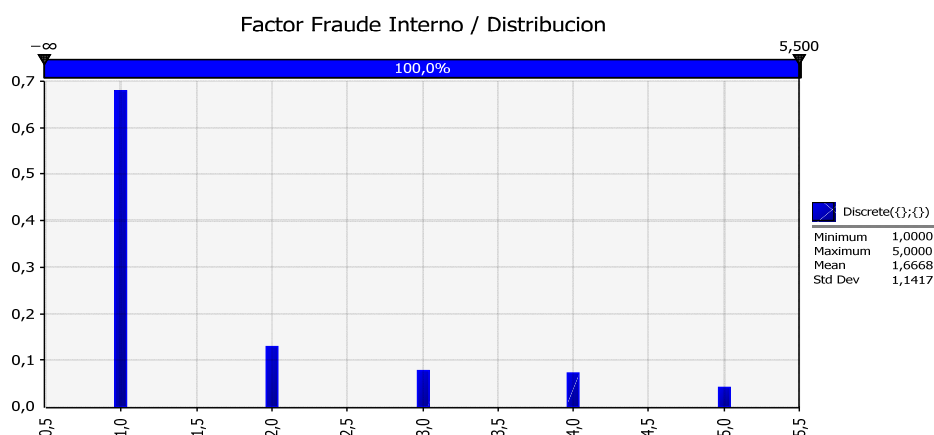
## ETAPA 8: Obtención de la Distribución de Pérdida

El grupo de expertos estableció que por cada uno de los clientes de la línea de negocio Banca Empresarial se podían presentar los distintos eventos de pérdida definidos en la etapa 2. De esta manera, para cada una de las categorías de eventos, el número de operaciones sujetas a pérdida es igual al número de clientes, que actualmente en la compañía para esta línea de negocio es de 5638. Teniendo en cuenta las distribuciones de probabilidad estimadas en el paso anterior, se plantea un modelo, el cual se muestra en la Tabla 28, para obtener la distribución de pérdidas por cliente para Banca Empresarial durante un año.

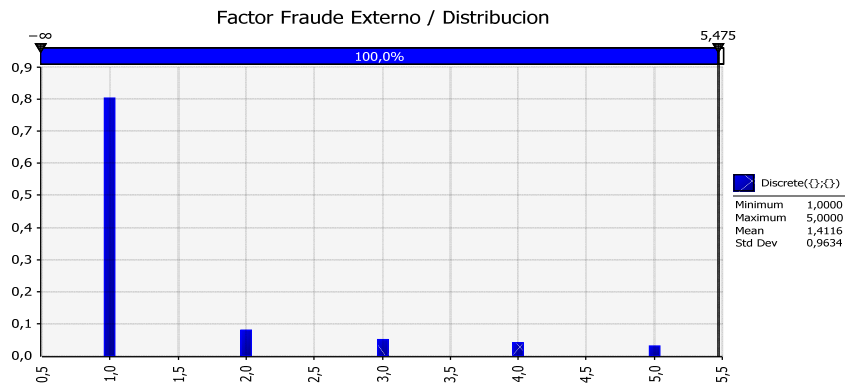
Simulación de las Pérdidas para cada evento de Riesgo Operacional					
Nivel de Pérdidas	Distribucion de Probabilidad	Minimo	Maximo	Media	Desviación
Nivel 1	Uniforme [0, 50.000.000]	-	50.000.000,00	25.000.000,00	14.433.756,73
Nivel 2	Uniforme [50.000.000 , 100.000.000]	50.000.000,00	100.000.000,00	75.000.000,00	14.433.756,73
Nivel 3	Uniforme [100.000.000 , 200.000.000]	100.000.000,00	200.000.000,00	150.000.000,00	28.867.513,46
Nivel 4	Uniforme [200.000.000 , 500.000.000]	200.000.000,00	500.000.000,00	350.000.000,00	86.602.540,38
Nivel 5	Uniforme [500.000.000 , 1000.000.000]	500.000.000,00	1.000.000.000,00	750.000.000,00	144.337.567,30

Tabla 25 Distribución de probabilidad para cada nivel de Pérdidas  
Fuente: Construcción propia

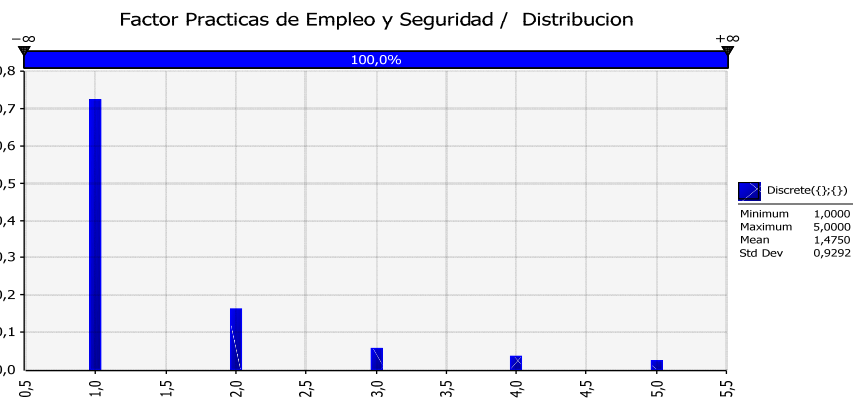
Utilizando el paquete de simulación @Risk, se presentan las distribuciones de probabilidad para los factores de riesgo operativo asociado a la línea de negocios Banca Empresarial y las distribuciones de probabilidad para los niveles de pérdidas observables así:



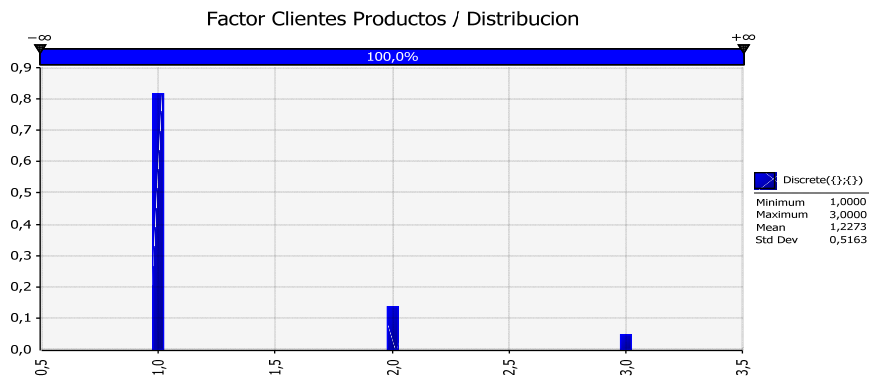
Grafica 28: Distribución de probabilidades del factor Fraude Interno  
Fuente: Software @Risk



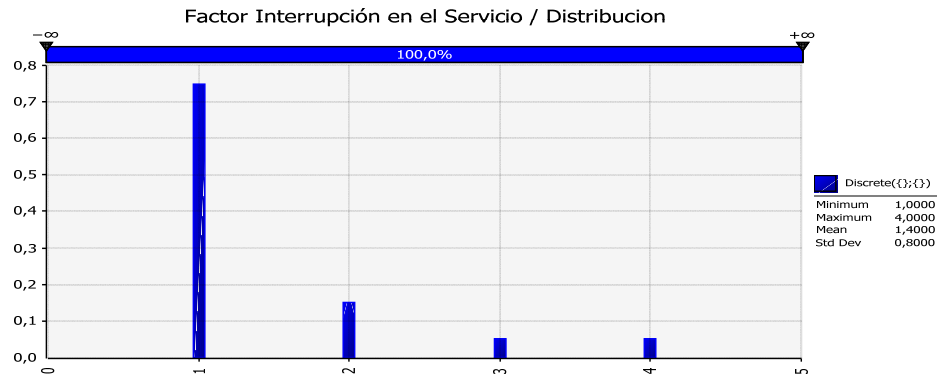
Grafica 29: Distribución de probabilidades del factor Fraude Externo  
Fuente: Software @Risk



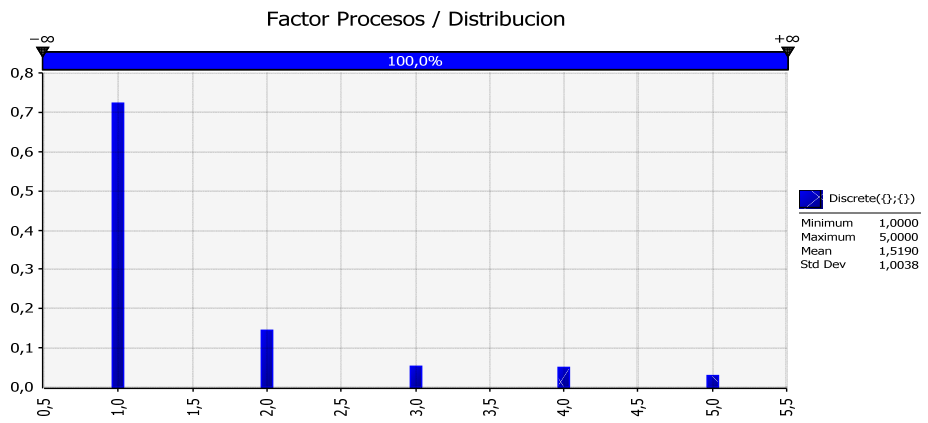
Grafica 30: Distribución de probabilidades del factor Practicas de empleo y seguridad en el ambiente de trabajo  
Fuente: Software @Risk



Grafica 31: Distribución de probabilidades del factor Clientes / Productos  
Fuente: Software @Risk

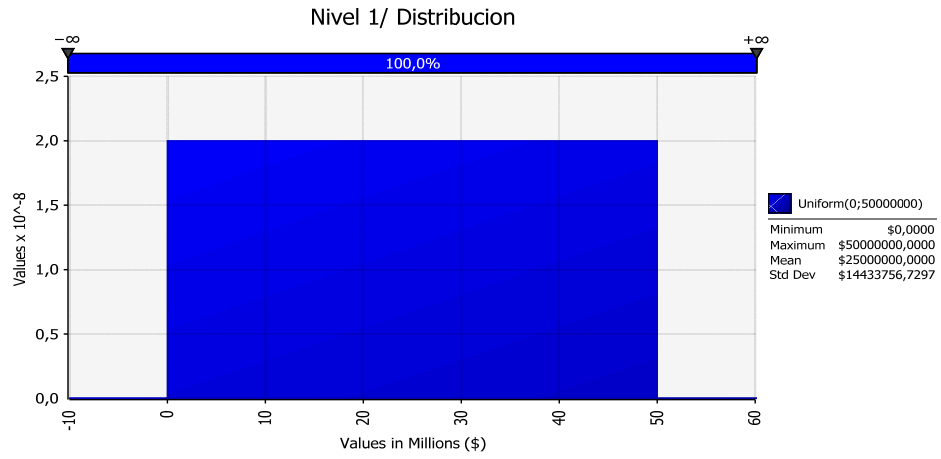


Grafica 32: Distribución de probabilidades del factor Interrupción en el servicio  
Fuente: Software @Risk

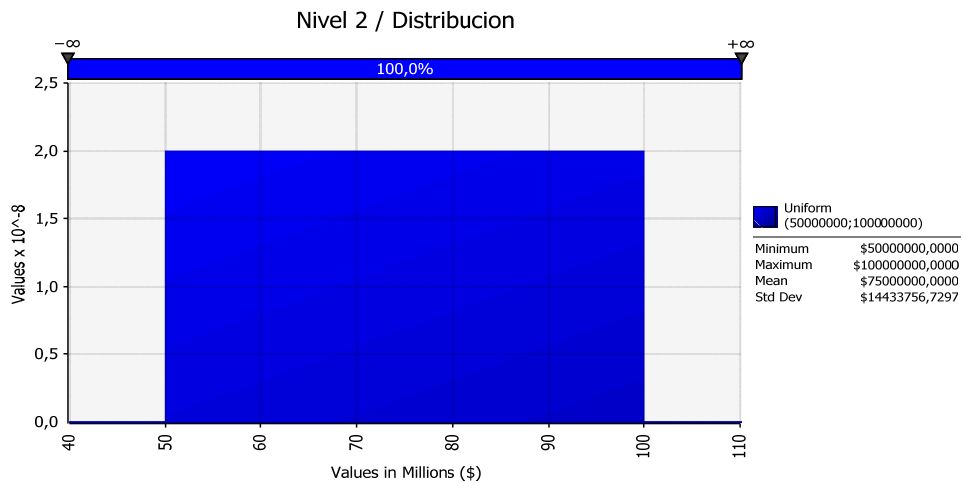


Grafica 33: Distribución de probabilidades del factor Procesos  
Fuente: Software @Risk

De la misma manera la distribución de probabilidad para cada uno de los cinco niveles de pérdidas observable es:

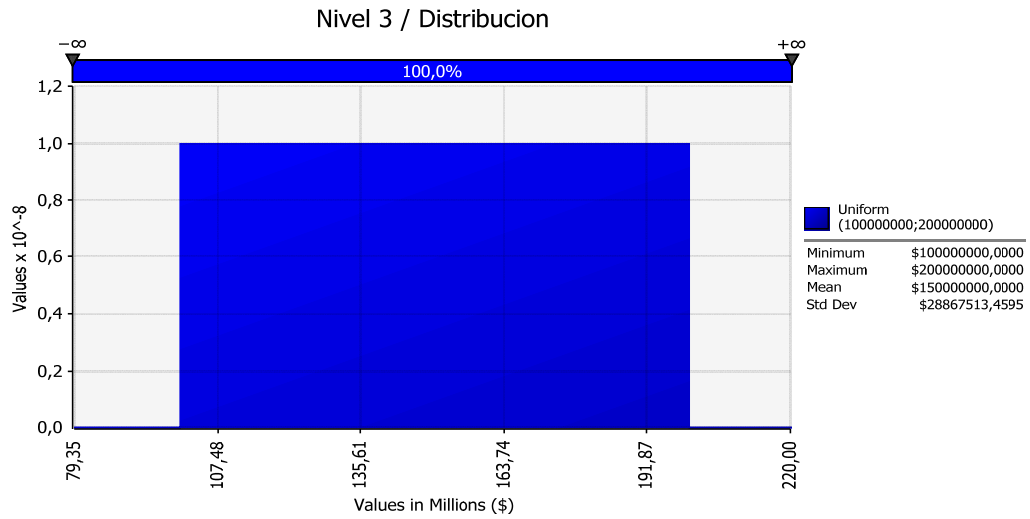


Grafica 34: Distribución de probabilidades para el nivel 1 de pérdidas  
Fuente: Software @Risk

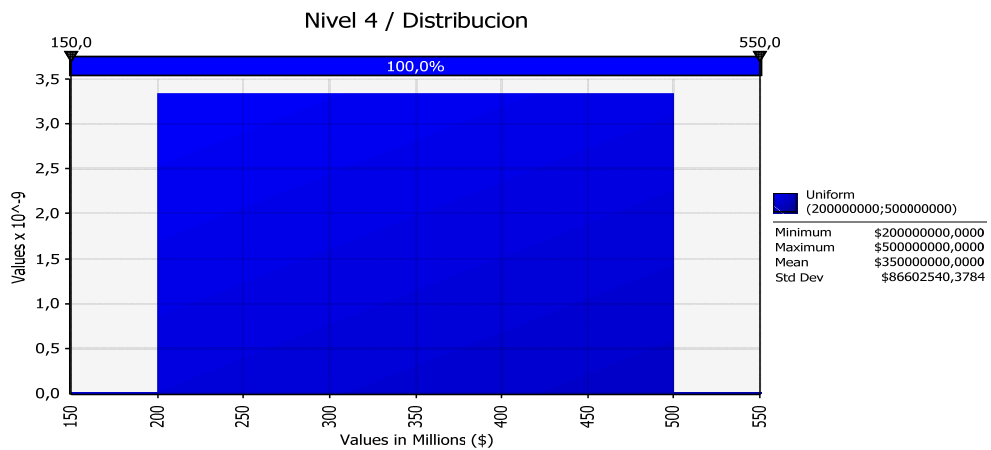


Grafica 35: Distribución de probabilidades para el nivel 2 de pérdidas  
Fuente: Software @Risk

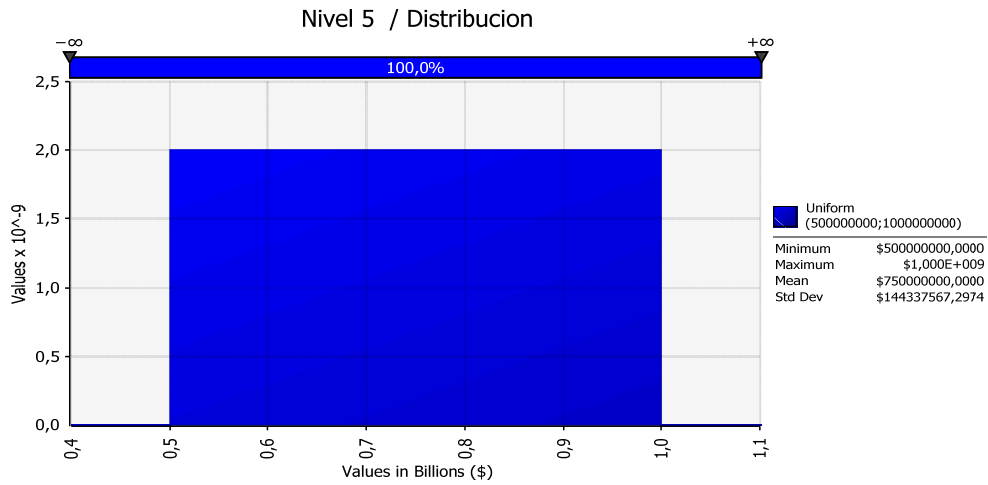




Grafica 36: Distribución de probabilidades para el nivel 3 de pérdidas  
Fuente: Software @Risk

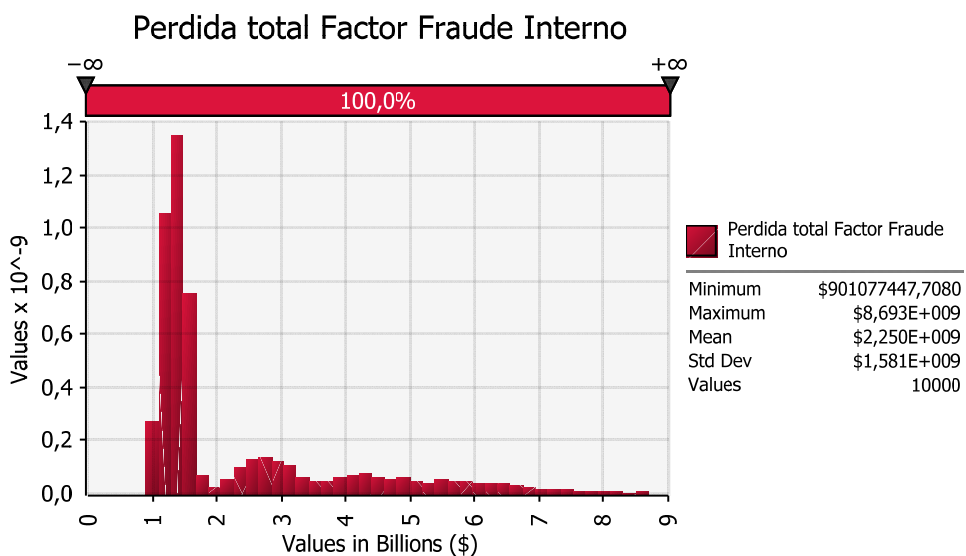


Grafica 37: Distribución de probabilidades para el nivel 4 de pérdidas  
Fuente: Software @Risk

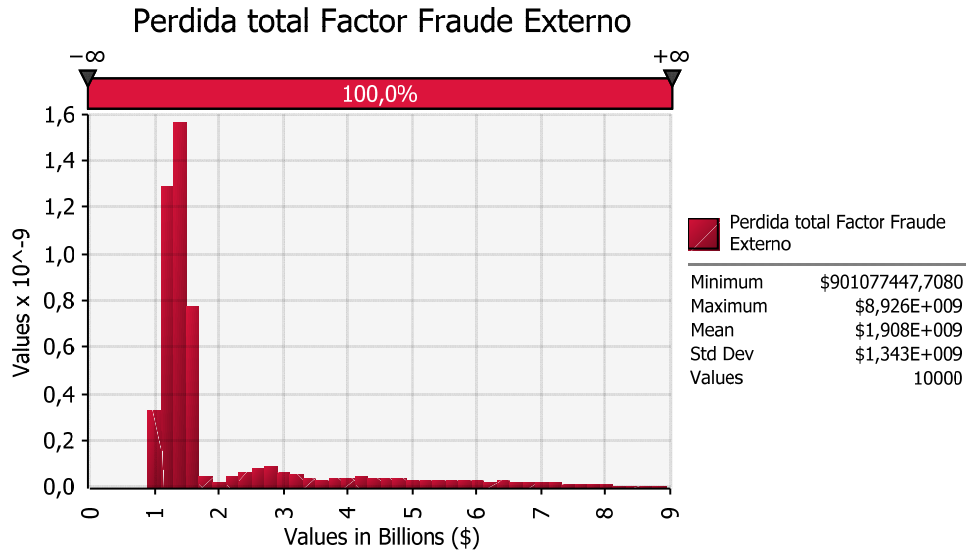


Grafica 38: Distribución de probabilidades para el nivel 5 de pérdidas  
Fuente: Software @Risk

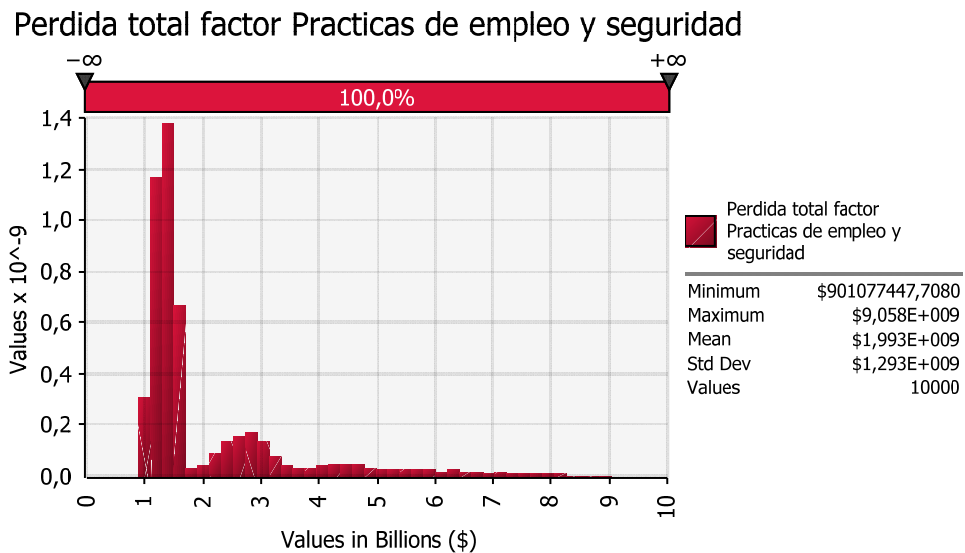
Luego de realizar una simulación con 10.000 iteraciones se encuentra la distribución de probabilidad de las pérdidas agregadas para cada factor de riesgo y la distribución de perdidas agregadas para la línea de negocios Banca Empresarial:



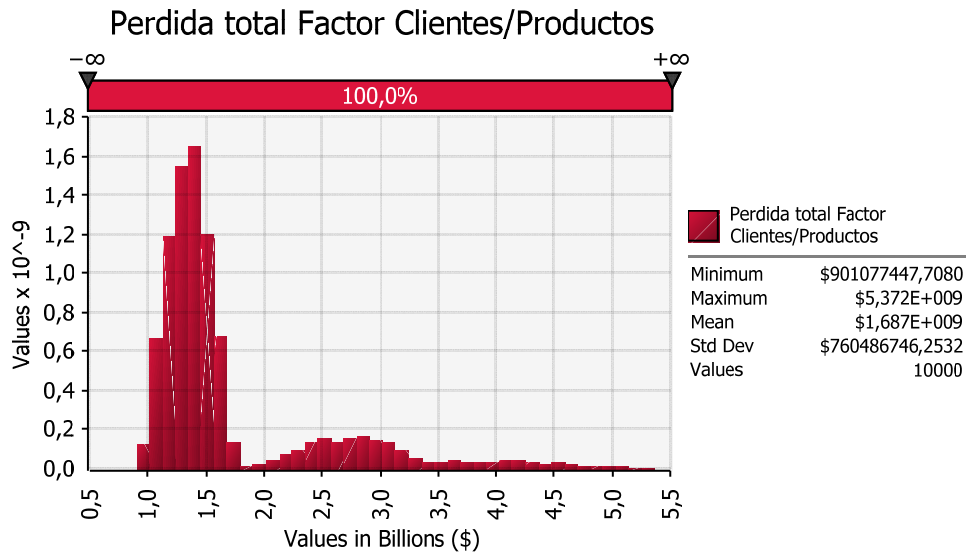
Grafica 39: Distribución de pérdidas del factor Fraude Interno  
Fuente: Software @Risk



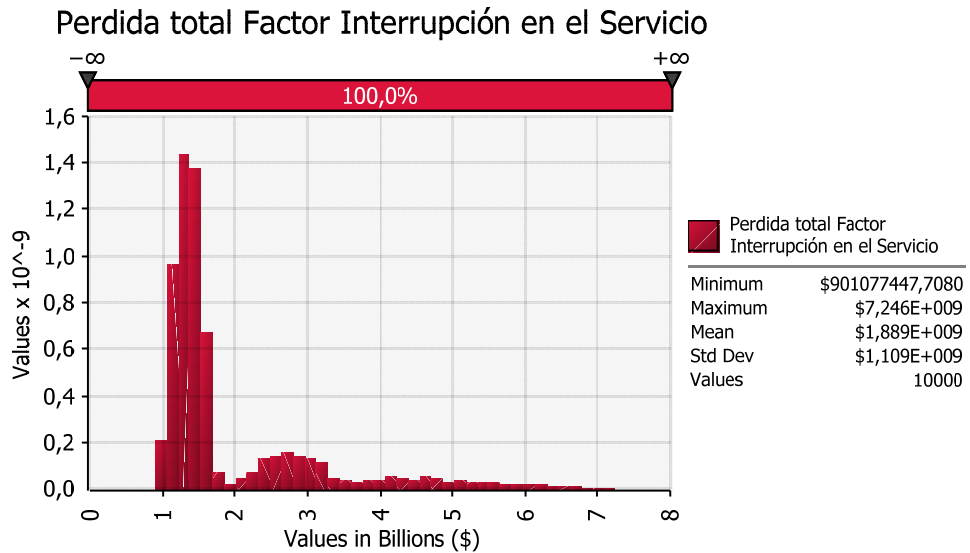
Grafica 40: Distribución de pérdidas del factor Fraude Externo  
Fuente: Software @Risk



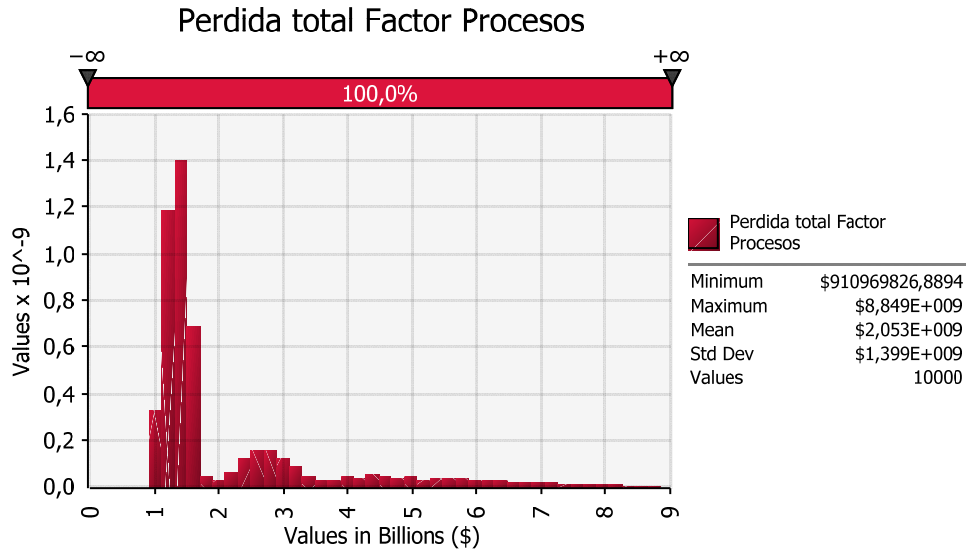
Grafica 41: Distribución de pérdidas del factor Practicas de Empleo y seguridad en el ambiente de trabajo  
Fuente: Software @Risk



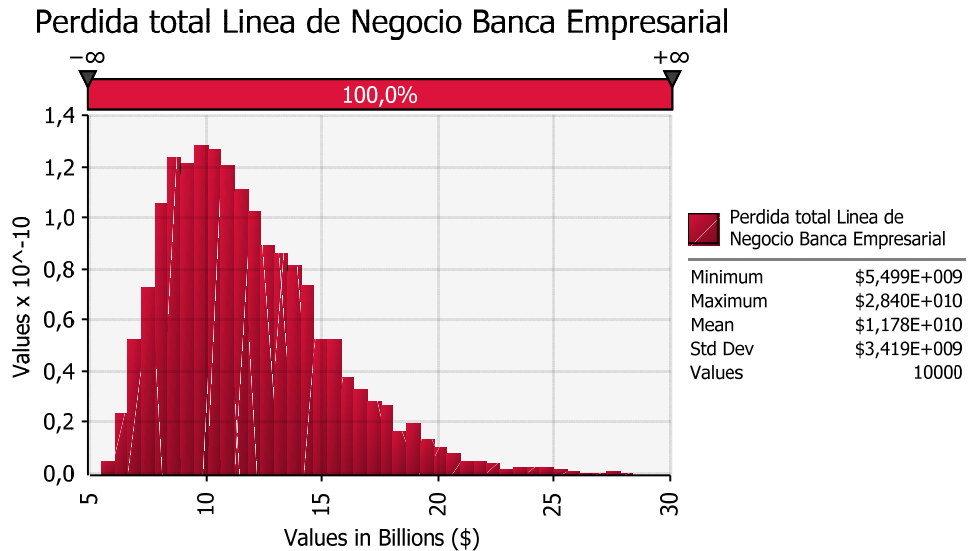
Grafica 42: Distribución de pérdidas del factor Clientes / Productos  
Fuente: Software @Risk



Grafica 43: Distribución de pérdidas del factor Interrupción en el servicio  
Fuente: Software @Risk



Grafica 44: Distribución de pérdidas del factor Procesos  
Fuente: Software @Risk



Grafica 45 Distribución de pérdidas agregadas para la línea de negocio Banca Empresarial  
Fuente: Software @Risk

La distribución de pérdida total para la línea de negocio Banca Empresarial, muestra que la pérdida anual esperada es de \$11.780 millones. La variabilidad

de esta pérdida, es alta aunque disminuye con respecto a la variabilidad de las categorías individuales.

Teniendo en cuenta las distribuciones de pérdida, se puede calcular la pérdida no esperada o Valor en Riesgo (VaR) para cada una de las categorías como la diferencia entre el percentil correspondiente al 95% y la pérdida esperada. La Tabla 24 muestra la pérdida esperada y la pérdida no esperada para cada una de las categorías de eventos de pérdida.

	Perdida esperada	Perdada no esperada
Factor Fraude Interno	\$ 2.250.223.000,00	\$ 5.917.107.089,09
Factor Fraude Externo	\$ 1.908.038.000,00	\$ 5.323.537.846,62
Factor Practicas de Empleo y seguridad en el ambiente de trabajo	\$ 1.992.582.000,00	\$ 5.008.415.602,53
Factor Clientes/Productos	\$ 1.687.430.000,00	\$ 3.280.690.298,01
Factor Interrupción en el Servicio	\$ 1.889.213.000,00	\$ 4.606.901.855,56
Factor Procesos	\$ 2.052.879.000,00	\$ 5.465.198.939,33
Linea de Negocios Banca Empresarial	\$ 11.780.360.000,00	\$ 18.271.787.677,84

Tabla 26: Pérdidas esperadas y pérdidas no esperadas para cada factor de RO  
Fuente: Construcción propia

Finalmente, con base en la distribución de la pérdida anual total de la línea, se calcula la provisión anual que el banco debe hacer para cada línea de negocios, en el caso de la línea Banca Empresarial, el valor de esta provisión corresponde a la pérdida no esperada.

$$\begin{aligned} \text{Provisión por Cliente} &= \text{Pérdida}_{95\%} - \text{Pérdida Esperada} \\ \text{Provisión por Cliente} &= \$18.271,78 \text{ millones} - \$11.780,36 \text{ millones} \\ \text{Provisión por Cliente} &= \$6.491,42 \text{ millones} \end{aligned}$$

## ETAPA 9: Calcular la Provisión Total

Debido a que en este caso se aplicó la metodología solamente en una línea de negocio, no se puede calcular el nivel de exposición al riesgo operativo de todo el banco.

## HALLAZGOS Y RECOMENDACIONES

La identificación, medición, cuantificación y gestión de los diferentes tipos de riesgo en las entidades financieras y no financieras es un tema particularmente relevante para el desarrollo y funcionamiento de las mismas. Dicha gestión se requiere de la vinculación de gran parte del capital humano, técnico y económico de la organización para su realización.

Los eventos de pérdida que se pueden presentar asociados a la exposición al riesgo operativo pueden tener un alto impacto en el funcionamiento de las empresas, incluso poner en riesgo la continuidad del negocio financiero. Por esta razón, el proceso de gestión del riesgo operativo es un tema de estudio reciente a nivel mundial, que actualmente es relevante para las entidades financieras más importantes del mundo y para entidades reguladoras como el Comité de Basilea.

En la mayoría de las entidades financieras colombianas, el concepto de riesgo operativo está empezando a ser abordado, entendido y modelado, y la gestión del mismo se realiza, principalmente, con base en controles internos y auditorías. Este tipo de actividades pueden ayudar a identificar las fuentes de exposición al riesgo operativo, pero no permiten cuantificarlo. Por esta razón, resulta de particular importancia el diseño de metodologías y modelos que permitan no sólo identificar, sino cuantificar más precisamente este tipo de riesgo.

La cultura de la gestión de información en esta materia, es una tarea apenas en construcción, por lo tanto es necesario que las instituciones financieras realicen procedimientos sistemáticos de registro de operaciones sospechosas, fraudulentas y de todas aquellas situaciones que generen una exposición del capital bancario a factores de RO.

La mayoría de las metodologías aplicadas actualmente por la mayoría de las entidades financieras en diferentes partes del mundo para la identificación y medición del riesgo operativo, son metodologías descendentes que se basan en medidas amplias del riesgo operativo. Sin embargo, las entidades más importantes están diseñando y aplicando metodologías ascendentes o avanzadas que permiten identificar y cuantificar con mayor precisión el nivel de exposición a este tipo de riesgo tomando como base información propia de la misma entidad. Estas metodologías deberán estar asociadas a modelos estadísticos, debido a que en dichas entidades es imprescindible contar con amplias bases de

datos con información histórica sobre los eventos de pérdida y su correspondiente severidad.

Para la implementación de metodologías avanzadas para la identificación y cuantificación del riesgo operativo en las entidades financieras colombianas se debe tener en cuenta la escasez de información histórica sobre los eventos de pérdida. Teniendo en cuenta esta limitación, la metodología desarrollada y presentada en esta tesis permite tener en cuenta las cuatro fuentes de información existentes para la identificación y cuantificación del riesgo operativo en entidades financieras, las cuales son: eventos de pérdida internos, eventos de pérdida externos, indicadores de riesgo y juicios de los expertos.

El proceso de obtención, sistematización y análisis de la información, tanto cualitativa como cuantitativa, es de particular importancia para la aplicación de esta metodología. Por un lado, debido a la necesidad de definir categorías de eventos de pérdida, indicadores de riesgo y relaciones entre éstos, el grupo de personas que suministren esta información debe conocer detalladamente el funcionamiento de la línea de negocio que esté siendo evaluada no solo en la entidad sino en general en una entidad financiera cualquiera. Por otro lado, para tener en cuenta la información histórica sobre los eventos de pérdida se debe contar con unas bases de datos confiables y bien organizadas.

A pesar de haber sido diseñada para entidades financieras, la metodología puede aplicarse en otro tipo de entidades realizando ajustes en algunas de las nueve etapas propuestas.

Esta metodología representa un soporte importante para la etapa de Identificación y Cuantificación de las Exposiciones de la Metodología general de Administración de Riesgo propuesta por Smithson (1998), y presentada en el Capítulo 3, página 13 de su libro.



## BIBLIOGRAFIA

BORGLET C., K. K. (2002). *Graphical Models - Methods for data analysis and Mining*. Chichester, UK: John Wiley & Sons.

CHERNOBAI, A. S. (2007). *Operational Risk: A guide to Basel II capital requirements, models and analysis*. New Jersey (USA): John Wiley & Sons, Inc.

Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. (2003). *Buenas prácticas para la supervisión y gestión del riesgo operativo*. Basilea (Suiza).

Comité de Supervisión Bancario de Basilea. (2004). *Convergencia internacional de Medidas y Normas de Capital*. Basilea (Suiza): Banco de Pagos Internacionales Press & Communications.

COVENIN (1995). *Norma venezolana 2270 Comité de higiene y seguridad en el trabajo: Guía para su implementación y funcionamiento*. Fondonorma, Caracas 1995

CRUZ, M. G. (2002). *Modeling, measuring and hedging operational risk*. West Sussex: Jhon Willey & sons Inc.

FRACHOT A., P. G. (2001). Loss Distribution Approach for operational risk. 1-43.

HECKERMAN, D. (1995). *A tutorial on learning with bayesian networks*. U.S.A.: Technical Report MSR-TR-95-06, Microsoft Research.

HIWATASHI, J. (2002). Solutions on Measuring Operational Risk. *Capital Markets News*, 1-4.

Hull, J. (2007). *Risk Management and Financial Institutions*. New Jersey (USA): Prentice Hall.

JENSEN, F. (2001). *Bayesian Networks and Decision Graphs*. New York, (U.S.A): Springer-Verlag.

JORION, P. (2000). *Value at Risk: the New Benchmark for Managing Financial Risk*. 2 Ed. McGraw-Hill.

MARSHALL, C. L. (2001). *Measuring and Managing Operational Risks in Financial Institutions*. John Wiley & Sons Inc.

NEAPOLITAN, R. E. (1990). *Probabilistic reasoning in expert systems*. New York ( U.S.A): John Wiley & Sons.

NEAPOLITAN, R. (2004). *Learning Bayesian Networks*. Prentice. New Jersey (USA): Prentice Hall.

PriceWaterhouseCoopers. (2007). La Argentina y la región en relación con la gestión del riesgo operacional. *CEO Argentina* , 40.

ROEHR, A. (2002 Vol. 5, No.2 ). Modelling Operational Losses. *ALGO Research Quarterly* , 53-64.

SFC. (2007). *Circular 041 Capítulo XXIII*. Bogotá.

SMITHSON (1998), Charles W. *Managing Financial Risk*. 3ª ed. McGraw-Hill. p. 550-573.

SUCAR, L. E. (2006). Redes Bayesianas. En B. S. Araujo, *Aprendizaje Automático: conceptos básicos y avanzados* (págs. 77-100). Pearson Educación.

CERTIFICO QUE LA INFORMACIÓN ES CORRECTA:

---

**Firma del Director/tutor**

---

**Firma del Autor**

20 de junio de 2012

---

**Fecha de presentación**