

**MEDICIÓN Y MODELACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL, DE  
JACK L. KING, A TRAVÉS DE LA TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL DE  
SU LIBRO "OPERATIONAL RISK: MEASUREMENT AND  
MODELLING"**



unab

SISTEMA DE BIBLIOTECAS UNAB

ADQUISICIONES

B. Jardín  B. Bosque  B. Caudas  CCBM  Precio \$ 10 000  
Clasificación \_\_\_\_\_  
Proveedor \_\_\_\_\_  
Compra  Renación  Cauja  UNAB   
Fecha de ingreso: DD \_\_\_\_\_ MM \_\_\_\_\_ Aa \_\_\_\_\_

**CARLOS ANDRES SALCEDO GARCÍA**

**Línea de investigación: Cobertura y Especulación**

**ASESORA: GLORIA INÉS MACÍAS**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BUCARAMANGA  
INGENIERIA FINANCIERA  
BUCARAMANGA  
MAYO DE 2013**

## INTRODUCCIÓN

La iniciativa de traducir del inglés al español el libro "Operational Risk. Measurement and Modelling" apoya la investigación en el sentido estricto de "Modelos de Medición de Riesgo Operativo y de Liquidez Aplicados al Sector Financiero Colombiano" realizado por los ingenieros Sergio Andrés Parra (UNISANGIL), Gloria Inés Macías (UNAB) y Luz Helena Carvajal (UNAB); igualmente servirá como material de apoyo al curso de Administración del Riesgo.

Este trabajo de grado, por una parte, analiza eventos del pasado y busca relacionarlos con otros del presente; y por otra parte, analiza la información escrita sobre riesgo operacional y temas adyacentes. Así mismo, nos presenta una realidad, la gestión, medición y modelado del riesgo operacional, recurriendo al libro "Operational Risk. Measurement and Modelling" de Jack L. King, el cual constituye una fuente sólida con evidencias auténticas y confiables que permiten reconstruir los hechos, lo más exacto posible.

La traducción se realiza sobre las principales temáticas del libro en cuestión, las cuales fueron seleccionadas con la ayuda de mi docente asesora de trabajo de grado, Ing. Gloria Inés Macías. Inicialmente, se aborda el riesgo operacional con una breve introducción y definición de conceptos clave, seguido de un capítulo que ilustra diversos escenarios y eventos de grandes pérdidas a lo largo de la historia. Posteriormente, se presentan una sección de medición y otra de modelación del riesgo operacional y por último una fundamentación matemática y ejemplos de su aplicabilidad a eventos de la cotidianidad.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Estructurar un material de apoyo académico a la propuesta de investigación “Modelos de Medición de Riesgo Operativo y de Liquidez Aplicados al Sector Financiero Colombiano” y al curso Administración del Riesgo, basado en la traducción de los principales temas del libro “Operational Risk: Measurement and Modelling” del autor Jack L. King.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Seleccionar e interpretar las temáticas del libro “Operational Risk. Measurement and Modelling” de Jack L. King.
- Organizar la información en un documento académico sobre Riesgo Operativo.
- Elaborar material de apoyo utilizando recursos de presentación para la asignatura Administración del Riesgo basado en la traducción del libro “Operational Risk: Measurement and Modelling”.

## RESUMEN

Este proyecto da respuesta a la necesidad de las empresas y personas de adquirir métodos adecuados de medición y modelado de riesgo operacional, con el fin de reducir su exposición al riesgo y por ende mejorar su rentabilidad mediante el óptimo desarrollo de objetivos y metas propuestas, suministrando también sólidos cimientos para la comprensión del riesgo operacional. Presenta una realidad, la gestión, medición y modelado del riesgo operacional. Como propósito principal se plantea estructurar un material de apoyo académico a la propuesta de investigación "Modelos de Medición de Riesgo Operativo y de Liquidez Aplicados al Sector Financiero Colombiano" y al curso Administración del Riesgo, basado en la traducción de los principales temas del libro "Operational Risk: Measurement and Modelling" del autor Jack L. King. Para la consecución de dicho objetivo, se seleccionaron e interpretaron las principales temáticas del libro, y como resultado del proyecto se organizó la información en un documento académico sobre riesgo operativo y se elaboró un material de apoyo utilizando recursos de presentación para la asignatura Administración del Riesgo.

## **ABSTRACT**

This project responds to the need of companies to acquire adequate methods of measurement and modeling of operational risk in order to reduce its risk exposure and therefore improve their profitability through optimal development of objectives and proposed goals, also providing a solid base for understanding operational risk. It also presents a reality, management, measurement and modeling of operational risk. The main purpose is to structure academic support material to the research proposal "Measurement Models of Operational and Liquidity Risk applied to the Colombian Financial sector" and to the Risk Management subject, based on the translation of the main topics of the book "Operational Risk: Measurement and Modelling" of the author Jack L. King. To achieve this goal were selected and performed the main topics of the book, and as project result, the information was organized in an academic paper about operational risk and was developed a support material using presentation resources for Risk Management subject.

**TRADUCCIÓN DEL LIBRO OPERATIONAL  
RISK. MEASUREMENT AND MODELLING.**

**AUTOR: JACK L. KING**

## TABLA DE CONTENIDO

PREFACIO .....	11
SECCIÓN I INTRODUCCIÓN AL RIESGO OPERACIONAL.....	13
1. INTRODUCCIÓN AL RIESGO OPERACIONAL.....	14
1.1. INTRODUCCIÓN .....	14
1.2. EJEMPLO DEL RIESGO OPERACIONAL: UN VIAJE AUTOMOVILÍSTICO. ....	15
1.3. DEFINIENDO EL RIESGO OPERACIONAL .....	17
1.4. ABORDANDO EL RIESGO OPERACIONAL.....	18
1.5. MEDICIÓN Y MODELACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL .....	21
1.6. ¿CUÁLES SON LOS SIGUIENTES PASOS?.....	23
1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ESTE LIBRO.....	24
1.8. LECTURA ADICIONAL .....	29
2. PÉRDIDAS HISTÓRICAS .....	30
2.1. INTRODUCCIÓN .....	30
2.2. ATRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS.....	30
2.2.1. Clasificación contable de pérdidas .....	30
2.2.2. Factores humanos de clasificación de pérdidas .....	31
2.2.3. Clasificación basada en el valor de la pérdida.....	32
2.3. PÉRDIDAS MUY GRANDES.....	33
2.4. FALLAS POR RIESGO OPERACIONAL .....	33
2.4.1. Sumitomo.....	33
2.4.2. Barings .....	34
2.4.3. Deutsche Morgan Grenfell y Jardine Fleming .....	35
2.4.4. National Westminster .....	36
2.4.5. Bank of New York.....	37
2.4.6. Banque Paribas.....	39
2.5. OTRAS PÉRDIDAS.....	39
2.6. RESUMEN .....	42
2.7. LECTURA ADICIONAL .....	43

SECCIÓN II MEDICIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL .....	44
4. UN MARCO DE MEDICIÓN PARA EL RIESGO OPERACIONAL .....	45
4.1. INTRODUCCIÓN .....	45
4.2. CRITERIOS DEL MARCO .....	45
4.3. ENFOQUES DEL MARCO ACTUAL.....	46
4.4. SUPUESTOS DEL MARCO ACTUAL .....	51
4.5. DEFINICIONES DEL MARCO.....	54
4.6. UN MARCO PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL.....	55
4.6.1. Modelo de Negocios .....	55
4.6.2. Metodología de medición .....	57
4.7. MEDIDAS DE RIESGO OPERACIONAL .....	60
4.8. CÓMO DELTA-EVT APOYA LA GESTIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL.....	61
4.8.1. Cumplimiento de los criterios del marco.....	61
4.8.2. Conociendo los beneficios de la Gestión de Riesgo Operacional.....	61
4.9. PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL MARCO .....	62
4.9.1. Paso 1: Establecer el modelo de negocio con Procesos y Actividades de valor agregado.....	63
4.9.2. Paso 2: Determinar los factores de riesgo y su función Ganancias.....	64
4.9.3. Paso 3: Determinar la distribución de la pérdida operacional utilizando el método Delta .....	65
4.9.4. Paso 4: Determinar el umbral para pérdidas operativas y el filtro para las grandes pérdidas .....	66
4.9.5. Paso 5: Crear bases de datos de exceso de pérdida usando escenarios plausibles y modelarlos usando EVT .....	66
4.10. RESUMEN.....	67
4.11. LECTURA ADICIONAL.....	67
6. METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DEL VALOR EXTREMO.....	68
6.1. INTRODUCCIÓN .....	68
6.2. CONCEPTOS BÁSICOS .....	68
6.2.1. Modelos de pérdida .....	68
6.2.2. Datos para el modelo de pérdida .....	69
6.2.3. Distribuciones Paramétricas.....	70

6.2.4.	Simulación de Monte Carlo .....	70
6.2.5.	Ejemplo de modelos históricos de pérdida .....	70
6.2.6.	Modelos de pérdida EVT .....	72
6.2.7.	Montaje de la GPD .....	73
6.2.8.	Determinación de la distribución de severidad.....	73
6.2.9.	Determinación de la distribución de frecuencias .....	74
6.3.	<b>EJEMPLO DE UN MODELO PÉRDIDA EVT PARA GRANDES PÉRDIDAS OPERATIVAS.....</b>	<b>75</b>
6.3.1.	Determinación de la frecuencia para el modelo de pérdida .....	78
6.3.2.	Valor en Riesgo de exceso de pérdidas .....	80
6.4.	<b>RESUMEN.....</b>	<b>81</b>
6.5.	<b>LECTURA ADICIONAL .....</b>	<b>81</b>
<b>SECCIÓN III MODELACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL.....</b>		<b>82</b>
7.	<b>MODELOS DELTA - EVT PARA RIESGO OPERACIONAL.....</b>	<b>83</b>
7.1.	<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>83</b>
7.2.	<b>MODELO DE NEGOCIO.....</b>	<b>83</b>
7.3.	<b>MODELOS DE RIESGO .....</b>	<b>85</b>
7.3.1.	Proceso de Inversión.....	85
7.3.2.	Proceso de Préstamos .....	87
7.3.3.	Proceso de Servicios.....	89
7.4.	<b>MODELOS DE PÉRDIDA .....</b>	<b>90</b>
7.5.	<b>ESCENARIOS.....</b>	<b>90</b>
7.6.	<b>MEDIDAS DE RIESGO .....</b>	<b>91</b>
7.7.	<b>EJEMPLO DETALLADO DEL BANCO DE GENOVA .....</b>	<b>92</b>
7.7.1.	Paso 1: Desarrollar el Modelo de Negocio .....	92
7.7.2.	Paso 2: Aplicar el Método Delta .....	94
7.7.3.	Proceso de Inversión.....	94
7.7.4.	Proceso Crediticio.....	97
7.7.5.	Proceso de Servicios.....	99
7.7.6.	Resumen de los cálculos del método Delta para el Banco de Génova	
	101	
7.7.7.	Paso 3: Determinar el umbral .....	101

7.7.8.	Paso 4: Aplicar la metodología EVT .....	101
7.7.9.	Paso 5: Calcular las medidas de riesgo operacional .....	104
7.8.	RESUMEN.....	104
7.9.	LECTURA ADICIONAL .....	104
SECCIÓN IV FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS.....		105
11.	TEORÍA DEL VALOR EXTREMO .....	106
11.1.	INTRODUCCIÓN .....	106
11.2.	CONCEPTOS BÁSICOS .....	107
11.2.1.	EVT y Pérdida Máxima.....	108
11.2.2.	Ejemplo detallado de EVT máxima .....	108
11.2.3.	Análisis de S&P 500 utilizando EVT.....	110
11.3.	DISTRIBUCIÓN EXCESO DE PÉRDIDA .....	111
11.3.1.	Umbral para el modelo POT .....	112
11.3.2.	Sensibilidad del umbral GPD .....	113
11.4.	PÉRDIDAS DEPENDIENTES DEL TIEMPO .....	117
11.5.	EVT APLICADA A LAS PÉRDIDAS INTERNAS .....	118
11.5.1.	Método de Picos sobre Umbral para datos internos de pérdidas.....	120
11.6.	RESUMEN .....	121
11.7.	LECTURA ADICIONAL.....	122
BIBLIOGRAFÍA.....		124

## PREFACIO

El riesgo operacional ha sido discutido en el ámbito financiero durante algún tiempo. Desafortunadamente, no se ha logrado un consenso de una definición, y aunque las resoluciones reglamentarias están pendientes, no ha surgido ningún entendimiento claro de la administración del riesgo operacional para las entidades financieras. El término Riesgo Operacional ha sido sobrecargado, habiéndose aplicado a la administración del rendimiento, la financiación de la empresa, los requerimientos de capital regulatorio y los seguros. De hecho, se asemeja a una Torre de Babel, ya que el área se ha expandido en ocasiones para incluir (entre otros) el vernáculo del comportamiento organizacional, administración de la ciencia, control de calidad, mercados de capital, la regulación y los seguros.

Con este libro, he intentado proveer una base para la comprensión del riesgo operacional, centrándome en su medición y modelización. En el seguimiento de otros quienes han escrito sobre el tema de la medición, encuentro las palabras del Señor Kelvin particularmente apropiadas:

*En la ciencia física el primer paso esencial en la dirección del aprendizaje de cualquier tema es encontrar principios de cálculo numérico y métodos viables para la medición de cierta calidad relacionada con ella. A menudo digo que cuando puedes medir lo que estás hablando, y expresarlo en números, sabes algo al respecto; pero cuando no puedes medirlo, cuando no puedes expresarlo en números, tu conocimiento es escaso e insatisfactorio; puede que sea el principio del conocimiento pero has avanzado, apenas en tus pensamientos, al estado de la Ciencia, puede ser sea cual sea el asunto – William Thomson (Señor Kevin) (1824 – 1907).*

Una introducción a un nuevo campo presenta muchos desafíos. Por un lado hay una necesidad de materiales introductorios y ejemplos prácticos de modo que las ideas y técnicas puedan ser aplicadas y perfeccionadas. Por otra parte, es el requisito de fijar una teoría base que pueda servir como una guía para las muchas adaptaciones y usos que serán necesarios para las aplicaciones prácticas. Al tratar de lograr ambas cosas, he incluido material teórico y práctico que creo que forman una sólida infraestructura para una teoría del riesgo operacional y su aplicación. A partir de la motivación para su aplicación, continúo con una sección sobre metodología de medición, luego los modelos y, finalmente, profundizar en la teoría detrás de él. Esto requiere el uso de ideas de múltiples disciplinas y un esfuerzo concertado para superar las brechas entre las lenguas y los conceptos clave mediante la presentación de una breve reseña, descripción, y los temas principales de cada uno. Mi objetivo era hacer que la información sea accesible a una amplia gama de personas que trabajan en empresas que puedan entrar en contacto con las referencias a los riesgos operativos en uno o más de los muchos contextos en los que este aparece. He tratado de despertar su interés y motivarlos para abordar los temas importantes que les afectan. Al hacerlo, he prestado atención a introducir las personas quienes normalmente no trabajan en las disciplinas de las principales referencias y temas fundamentales. Y me he centrado en las principales cuestiones que son importantes para la comprensión de las ideas en lugar de tratar de proporcionar integridad en todas las áreas. Algunos encontrarán falla en este planteamiento, ya que les priva del material completo a fondo sobre el tema, pero para ellos espero haber proporcionado suficientes

referencias al pasar muchas horas de estudio. Y pido disculpas a aquellos cuyo campo de estudio está cubierto, si simplificara algunos de los métodos o si, en general, fui demasiado informal en las presentaciones de las teorías. Desafortunadamente, debido a las limitaciones puestas en este trabajo hay probablemente muchos más conceptos clave que podrían haberse incluido, pero al ver las deficiencias evidentes de mi enfoque, espero que también le vea la utilidad. Para los que encontrarán en este libro una introducción iluminadora a una nueva forma de ver las operaciones de un negocio, por favor apreciar que hay mucho más para cada área que requiere una consideración y estudio, y esto es sólo el principio.

**SECCIÓN I**  
**INTRODUCCIÓN**  
**AL RIESGO**  
**OPERACIONAL**

# 1. INTRODUCCIÓN AL RIESGO OPERACIONAL

## 1.1. INTRODUCCIÓN

El riesgo operacional representa la próxima frontera en la mejora de valor para los accionistas mediante la reducción de la cantidad de riesgo para las ganancias de la empresa. Muchos estarían de acuerdo en que hasta ahora el aumento del valor de la empresa se ha enfocado principalmente a través de la administración del rendimiento. Dado el modelo básico de valor para los accionistas, el valor de un activo es "... el efectivo que se espera que se genere a lo largo del tiempo, ajustado por el grado de riesgo a través de ese flujo de caja". (Rappaport 1998), parece claro que el valor también puede añadirse reduciendo el riesgo asociado con las ganancias de una empresa. Aunque la mayoría de las empresas ahora incorporan sofisticadas técnicas de medición tales como el valor agregado del accionista para aumentar las ganancias, algunos aún no han implementado sistemas diseñados para mejorar el valor mediante la reducción del riesgo. Después de sufrir una serie de grandes pérdidas, las empresas financieras fueron pioneras en la administración de riesgos en la década de 1980 y se centraron en reducir la variación de los ingresos mediante la administración de riesgo financiero debido a las tasas de interés, los valores de mercado y los eventos de crédito. Al medir el efecto de los cambios en los valores de su portafolio debido a los cambios en los valores de mercado, se podría poner en práctica estrategias para reducir el impacto en las ganancias de estas fluctuaciones. Sin embargo, incluso con este tipo de estrategias, las grandes oscilaciones en las ganancias continuaron ocurriendo. Muchas de ellas se deben a las pérdidas ocasionadas por fallas en los controles y sistemas, y algunos fueron el resultado de las demandas, desastres naturales u otros eventos externos. En consecuencia, ahora hay un reconocimiento creciente de que una fuente principal de volatilidad de los ingresos no se debe a los riesgos financieros. De hecho, no está relacionado con la forma en que una empresa *financia* su negocio, sino más bien a la manera como una empresa *desarrolla* su actividad, y se llama el riesgo operacional. Las empresas financieras han implementado sofisticados sistemas de administración del riesgo de mercado y riesgo de crédito, y ahora están empezando a considerar el riesgo operacional.

Este libro trata de abordar el riesgo operacional. Ha sido específicamente escrito desde la perspectiva del riesgo operacional en las entidades financieras, pero las ideas se aplican a la gestión de riesgos en la mayoría de los entornos empresariales. Muchos piensan que un libro sobre riesgo operacional es algo que tenía que haberse hecho hace tiempo debido a la rica historia de incidentes como el colapso de Barings y el de los movimientos de los reguladores hacia recomendar y exigir prácticas de gobierno corporativo para la administración del riesgo operacional en las empresas. Este libro tiene como objetivo proporcionar la motivación y satisfacción por la comprensión de lo que es el riesgo operacional, por qué es importante y cómo hacerle frente. En él se describe el problema y propone un marco y una metodología para la medición y modelización de riesgo operacional de una manera sistemática que proporciona la base para la gestión del riesgo operacional. Esto proporciona el contexto para los temas tratados en el resto del libro. En capítulos posteriores, las definiciones y planteamientos se discutirán con mucho más rigor. Si bien los ejemplos utilizados en este libro se han desarrollado desde la perspectiva del riesgo en las instituciones financieras, situaciones similares se pueden encontrar en la mayoría de las empresas.

## 1.2. EJEMPLO DEL RIESGO OPERACIONAL: UN VIAJE AUTOMOVILÍSTICO.

Imagine que usted está a punto de realizar un viaje automovilístico de Berlín a Londres (ver Figura 1.1). Planea llevar a cabo el viaje en dos días y pasar la noche se cerca de Bruselas. Usted calcula que la distancia es aproximadamente 1000 km en total y tiene la intención de viajar 600 km el primer día y 400 km el segundo día. Estimando el tiempo y los costos previstos de dos días y 360 euros, usted desarrolla su plan. El recorrido del viaje, la tabla de tiempo previsto y los costos se muestran en la Tabla 1.1.



Figura 1.1 Ruta desde Berlín hasta Londres a través de Bruselas

Tabla 1.1 Plan para viaje de Berlín a Londres, dos días y 360 Euros costo total.

Día	Localización	Km	Gasolina (litros)	Costo Gasolina	Noches en hotel	Costo del Hotel	Comidas	Costo de comidas	Otros costos
0	Berlín	0	0	0	0	0	0	0	
1	Bruselas	600	30	15	1	200	2	50	
2	Londres	400	20	10	0	0	2	50	Ferry 15
Total				25		200		100	Varios 15

Hasta ahora, todo parece bien para hacer su viaje. Un mes después usted discute el tema con un amigo y revisa el registro de su viaje real (seis días y Euros 2773) (Tabla 1.2), en comparación con su plan. Tu amigo observa que el viaje real tardó tres veces más tiempo y costó casi ocho veces más de lo esperado. Usted cita las circunstancias especiales y la mala suerte, pero después de ir pasando por un mal tiempo y las cámaras de velocidad en Inglaterra, su amigo se detiene y dice:

Tabla 1.2 Plan para viaje de Berlín a Londres, dos días y 360 Euros costo total.

Día	Localización	Km	Gasolina (litros)	Costo Gasolina	Noches en hotel	Costo del Hotel	Comidas	Costo de comidas	Otros costos
0	Berlín	0	0	0	0	0	0	0	
1	Hanover	250	10	7	1	200	2	50	Multa luz intermitente 150 Retrasos por tráfico
2	Bruselas	350	17	15	1	200	2	50	Reparación del radiador 300
3	Calais	150	8	6	1	200	2	50	Pérdida fuera de Bruselas Retrasos por mal clima
4	Dover	20	0	0	1	250	2	50	Ferry 35, Transferencia bancaria
5	Dover	0	0	0	1	250	2	50	Reparación de accidente 800
6	Londres	130	7	10	0	0	2	50	Multa exceso de velocidad 100
Total				38		1100		300	Varios 1385

A menudo viajo desde Alemania a Inglaterra y nunca he experimentado la pesadilla que usted describe. De hecho, se podría haber evitado esos problemas si usted hubiera hecho la gestión adecuada de los riesgos para su viaje. El automóvil que conduzco es de una serie avanzada que incluye monitores y controles que ayudan a evitar las situaciones que usted describió. Por ejemplo, la alarma de proximidad de mi auto incluye señales para la distancia de los objetos de los parachoques delantero y trasero, y evita que estacionando que tenga la clase de accidente que usted tuvo en Dover. Y los monitores de seguridad del tablero para luces intermitentes y el mantenimiento del motor me notifican inmediatamente cuando la luz intermitente no funciona y me recuerdan llevar mi auto a un mecánico cualificado para el mantenimiento periódico de las correas para que mi radiador se mantenga en buenas condiciones. Asimismo, tengo una avanzada computadora de navegación para evitar perder mi camino y un control automático de velocidad para establecer la velocidad por debajo del límite de modo que no me tengo que preocupar acerca de las cámaras de velocidad. De todos modos, usted no hubiera estado acelerando si no hubiera perdido tanto tiempo debido a los otros problemas y el mal tiempo. Por supuesto, el mal tiempo no se puede evitar, pero el sistema de tracción avanzado en mi automóvil me permite mantener buenas velocidades incluso con el mal tiempo que usted experimentó. El día perdido en Dover esperando una transferencia bancaria también se podría haber evitado tomando más dinero como un fondo para imprevistos, pero con su falta de gestión de riesgos y los consecuentes costos inesperados usted tendría que llevar una suma muy grande de hecho. Quizás, usted estaría mejor la próxima vez gastando dinero en buenos sistemas que pueden reducir sus costos imprevistos y retrasos.

Usted acaba de leer un ejemplo del riesgo operacional, si bien en el ámbito del transporte automovilístico y no en la administración empresarial. La propuesta básica consiste en examinar la reducción del grado de exposición que usted tiene de las pérdidas inesperadas (tiempo y dinero) al mejorar los sistemas de monitoreo y control para el proceso (viajando en automóvil). Los ingredientes esenciales aquí son la definición del proceso (conducir desde Berlín a Londres), las mediciones de rendimiento (tiempo y costos, tanto esperados como reales), los factores de riesgo (cumplimiento de la ley, el clima, el error de navegación, accidentes al estacionar), y los sistemas de control (ABS, navegación GPS, alarma de proximidad, monitor de mantenimiento y control de velocidad). La discusión plantea una serie de preguntas acerca de lo que debe considerarse y cómo debe ser evaluado. Por ejemplo, su amigo no habla de las estrategias alternativas de viaje (por ejemplo, tomar el tren o el avión), o rutas alternativas que podrían utilizarse para reducir el tiempo transcurrido y mejorar el rendimiento. Este sería un debate más estratégico, y tal vez lleve a otra dirección. Tampoco se hace mención alguna de la comparación de los precios reales de la gasolina, hotel y comidas

con los precios esperados. La volatilidad de los precios de mercado es probable que no se discuta porque está fuera de su control inmediato y no contemplado por las soluciones que su amigo está proponiendo. Aunque usted no puede controlar el tiempo, su amigo le aconseja mitigarlo mediante un sistema de tracción avanzada. Tampoco hay consideración de eventos de riesgo que podrían haber ocurrido, tales como robo de automóviles, o la congestión del tráfico debido a las reparaciones de carreteras. Por último, un automóvil con los sistemas de control mencionados anteriormente es más probable que tenga un precio sustancialmente más alto que uno sin ellos, y muchos de los controles pueden ser opcionalmente disponibles con un costo adicional. Entonces, ¿cómo se decide qué controles valen la pena y cuales "buenos de tener"? Claramente, una manera de enmarcar el problema, modelarlo y calcular una medida del riesgo operacional es necesaria para tomar estas decisiones.

### 1.3. DEFINIENDO EL RIESGO OPERACIONAL

El riesgo operacional se refiere a desviaciones desfavorables de desempeño de la empresa, debido a la forma en que la empresa opera en contraposición a la forma en que la empresa se financia. Se define como una medida de la relación entre las actividades de negocio de la empresa y la variación en los resultados empresariales. Hacerle frente representa un nuevo enfoque para aumentar el valor de la empresa, y complementa la actividad de la administración del negocio de crear valor a través de aumento de los ingresos, por medio de la adición de la capacidad de incrementar valor, reduciendo la variabilidad o riesgo de las ganancias. Las técnicas actuales como el Balanced Scorecard (Kaplan y Norton, 1996) y Gestión Basada en el Valor (Knight 1997) están orientadas a aportar valor a la empresa mediante el aumento de los ingresos a través de la mejora del rendimiento (Ruta 1, Figura 1.2). La reducción de la variabilidad del rendimiento reduce el ajuste por el riesgo de la valoración.

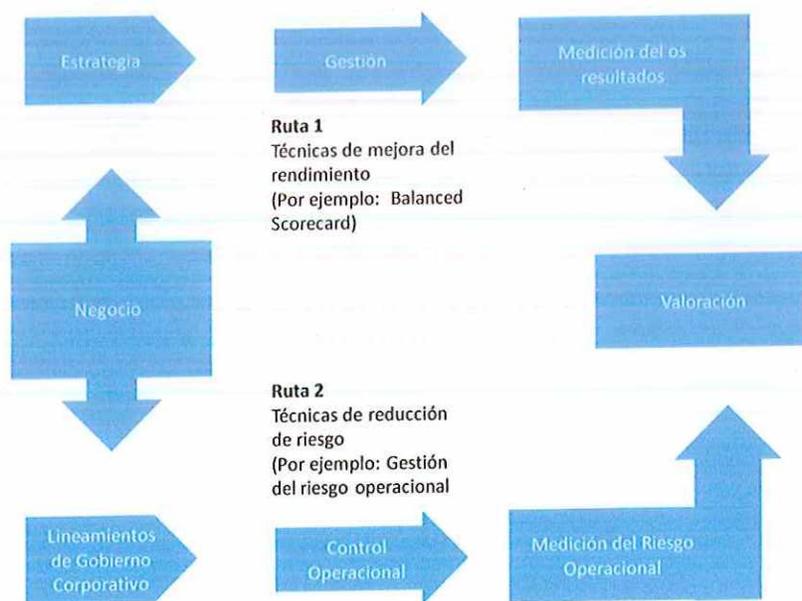


Figura 1.2 Relación entre el negocio y su valoración: 2 caminos para incrementar el valor.

El riesgo operacional se centra en el núcleo de procesos de valor agregado de la empresa y se ocupa de la cuestión: ¿Cuáles son las causas de la volatilidad de los ingresos arraigadas en la forma fundamental en que opera la empresa? Las actividades básicas son las que causan los cambios en los ingresos. Están vinculadas a la variabilidad de los ingresos mediante la comprensión de las causas de los malos resultados de los objetivos y la medición de su efecto. Las estrategias para mejorar los ingresos que no se ocupan del riesgo asociado no pueden proporcionar el aumento esperado en el valor de la empresa ya que las acciones para aumentar los ingresos también pueden conducir a un aumento en el riesgo. Comprender las causas de riesgo para las ganancias y la relación con la actividad empresarial permite la gestión del equilibrio entre riesgo y rentabilidad. Si el objetivo es una mayor rentabilidad con el mismo nivel o más bajo de riesgo, entonces tiene sentido gestionar también los riesgos. Hay muchos beneficios para la gestión de los riesgos en los procesos operativos, incluyendo:

1. Evitar pérdidas inesperadas y mejorar la eficiencia operativa: La comprensión de los riesgos operativos importantes permite la gestión para centrarse en formas de reducir la pérdida rutinaria y mejorar la eficiencia. Esto también reduce la probabilidad de incurrir en grandes pérdidas y mejora la calidad de los procesos operativos.
2. El uso eficiente del capital: Una empresa asigna capital basado en los ingresos esperados de la misma manera que un inversor valora una empresa. El uso eficiente del capital de una empresa implica la optimización de la compensación riesgo / retorno de las decisiones de asignación de capital dentro de la empresa.
3. Satisfacer a los accionistas: Los reguladores, agencias de crédito, y otros partes contribuyentes están cada vez más interesados en las prácticas de gestión de riesgos de una empresa. Las operaciones de la empresa son una parte integral de esta gestión de riesgos y un importante contribuyente a la volatilidad de los ingresos que pueden afectar el valor de la empresa. La medición del riesgo puede ayudar a influenciar los puntos de vista de los contribuyentes y mejorar las áreas que se necesitan para evitar sorpresas.
4. Cumplir con la regulación: Recomendaciones de gobierno corporativo y los requisitos de ver la gestión del riesgo operacional como una responsabilidad a nivel directivo. El capítulo sobre la regulación describe algunas de las directrices nacionales e internacionales y los requisitos de gobierno corporativo.

A pesar de que en un sentido más amplio riesgo operacional puede ser pensado como una medida de la variabilidad en el rendimiento, las discusiones en este libro son generalmente dentro del contexto de las ganancias como el rendimiento. Los administradores que deseen implementar un sistema de medición del riesgo operacional basado en las técnicas propuestas en este documento también se utilizarán otras medidas de rendimiento.

#### **1.4. ABORDANDO EL RIESGO OPERACIONAL**

El camino para abordar el riesgo operacional implica la implementación de las directrices de gobierno corporativo, el establecimiento de controles operacionales, y la medición del riesgo operacional. Las directrices de gobierno corporativo proporcionan un conjunto de políticas organizacionales y los objetivos relacionados con el riesgo operacional que pueden ser utilizados para establecer el proceso de gestión de riesgos dentro de una empresa. El control operativo se refiere a una forma sistemática de ofrecer garantías en el

logro de los objetivos de rendimiento deseados. El riesgo es una medida de las fluctuaciones aleatorias en el rendimiento a través del tiempo, y las medidas de riesgo operacional son el vínculo entre las fluctuaciones de rendimiento y las actividades empresariales. La reducción del riesgo operacional conduce a reducir la volatilidad de las ganancias y a aumentar el valor de la empresa. Este camino para incrementar el valor se muestra en la Figura 1.3 y se explica en la discusión que sigue.

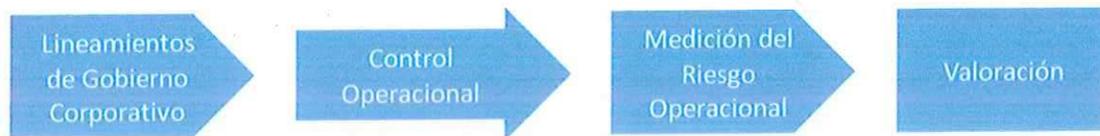


Figura 1.3 Ruta 2 para incrementar el valor de la empresa mediante la reducción del riesgo.

#### 1.4.1. Directrices de gobierno corporativo

Muchas empresas están adoptando directrices de gobierno corporativo para la gestión del riesgo operacional. Las directrices se utilizan para desarrollar la organización y los procedimientos para hacer frente al riesgo operacional en la empresa. Se incluyen como primer paso, la identificación y evaluación de los riesgos para los objetivos de la empresa. A continuación, es recomendado un sistema de supervisión y presentación de informes con el fin de proporcionar retroalimentación y medir los resultados. Las tareas de identificación de riesgos y la evaluación de su impacto se basan principalmente en el control de la auto-evaluación y fruto de los esfuerzos de auditoría interna. La principal ventaja de la autoevaluación de control es que aumenta la percepción del riesgo y capta mucha de la información existente sobre los factores de riesgo en una organización. La desventaja es que se basa en una evaluación subjetiva de una serie de preguntas acerca de los riesgos para tratar de medir la cantidad de riesgo. Gran parte de las directrices de gobierno corporativo y las regulaciones para las empresas financieras (que se presentan en el capítulo de regulación) también se basan en este enfoque subjetivo de la identificación, evaluación y monitoreo de los riesgos. Desde el inicio de tales esfuerzos (por ejemplo COSO 1992) las pérdidas por riesgo operacional han continuado, y ni la autoevaluación de control ni las auditorías han sido eficaces en la prevención de las pérdidas asociadas al riesgo operacional. Una de las razones claves es que debido a su falta de objetividad y oportunidad, estos métodos no pueden medir el riesgo operacional de una manera precisa y fiable (un argumento más detallado se da en el capítulo marco de medición). Al final, las directrices corporativas están destinadas a ser ineficaces sin una medida objetiva, fiable y precisa del riesgo operacional.

#### 1.4.2. Control Operacional

"Operativo" implica control, y los factores que afectan el riesgo operacional están a menudo dentro de la influencia o control de la empresa. Las decisiones empresariales requieren acciones para ponerlas en práctica, y la comprensión de la relación causal entre las medidas y actividades es esencial, ya que la causalidad es la base para la acción. En este libro se hace énfasis en la medición y la causalidad, ya que proporcionan una base para la gestión de riesgos. La relación causa-efecto de la medición a una posible acción o intervención es clave para la gestión del riesgo operacional de una manera sistemática y

proactiva. Sin embargo, como no todas las relaciones de causa-efecto son conocidas, los modelos de pérdidas que utilizan información estadística, únicamente se utilizan cuando es necesario explicar otros sucesos (cuyas causas se conocen). Además, los escenarios plausibles, que describen los acontecimientos y relatan sus consecuencias para la empresa, proporcionan información importante sobre las posibles causas y posibles efectos. “Siempre que se analiza la manera en que la decisión ha sido tomada eficaz y correctamente, se observa que una gran cantidad de trabajo y de pensamiento tomaron interés en descubrir la medición adecuada” (Drucker 1967).

### 1.4.3. Medidas de Riesgo Operacional

La medición es un precursor para una gestión eficaz, y las medidas de riesgo operacional son el vínculo entre las fluctuaciones de rendimiento y las actividades empresariales. Las medidas de desempeño son medidas del nivel de producción de las principales actividades de valor agregado de la empresa. Las medidas operativas de riesgo son medidas de la cantidad de fluctuación en el nivel de las medidas de rendimiento. En conjunto, representan el valor de la actividad y son importantes para ayudar a la gestión de crear retornos sostenibles y estables para los accionistas. Pueden ser utilizados para aumentar el valor de la empresa, porque los inversores utilizan la volatilidad de los ingresos para estimar el riesgo o la incertidumbre de los ingresos esperados.

A nivel de empresa, el riesgo operativo es una medida económica y es parte de la relación de valor formada entre riesgo y rentabilidad. Por ejemplo, dado un nivel de ingresos promedio mensual de 13% de retorno sobre el capital, la variabilidad de los ingresos (riesgo) en las empresas A y B puede ser muy diferente, como se muestra en la Tabla 1.3. Y, como se muestra en la Figura 1.4, las fluctuaciones de los ingresos (y por lo tanto la medición del riesgo) para empresa A es menor para el período. *Ceteris paribus*, esto significa que empresa A tiene un valor más alto que la empresa B, ya que ha alcanzado el mismo nivel de rentabilidad con una menor variabilidad o riesgo durante el período.

Tabla 1.3 Cuadro de dos medidas de riesgo para los mismos ingresos mensuales promedio de 13% (usando la desviación estándar como medida)

Mes	Empresa A	Empresa B
Enero	12.90%	11.40%
Febrero	13.00%	14.10%
Marzo	13.10%	13.50%
Promedio	13.00%	13.00%
Riesgo	0.1%	1.4%

La mayoría de las empresas hoy en día tienen las medidas de rendimiento para las operaciones a corto plazo y largo plazo. Luego a primera vista parece una simple cuestión de poner en práctica medidas para el riesgo operacional. Sin embargo, las medidas de riesgo operacional son medidas de incertidumbre y debe reflejar las variaciones en las medidas de rendimiento junto con sus causas relacionadas. No son medidas simples, ya que representan un atributo para el nivel de incertidumbre utilizando probabilidades, niveles de confianza y medidas de intervalo. Un nivel de 13% de retorno sobre el patrimonio neto no es un ejemplo de una medida de riesgo operacional. Por el contrario, una medida que los ingresos no varían más del 7% de su valor objetivo del 95% de las veces, es más acorde con el tipo de interpretación necesaria y un ejemplo de la

profundidad de la información que proporcionan las medidas de riesgo operacional. De esta manera, las medidas de riesgo operacional son capaces de describir la variación de los indicadores de desempeño que reducen el valor de una empresa para un determinado nivel de rendimiento promedio en el tiempo. Mediante la identificación de la variación y las posibles causas, la medición del riesgo operacional proporciona la gestión de efectos secundarios sobre el rendimiento de la empresa con respecto a un conjunto de fuentes de riesgo (causas). Con esta información, la dirección puede tomar medidas que no sólo mejoran el rendimiento, sino que también reducen la variación entre el objetivo y el rendimiento con el fin de crear ganancias más estables y aumentar el valor de la firma. A largo plazo, sin una medida coherente del riesgo operacional, una empresa no puede tener controles suficientes y fallar debido a las grandes pérdidas, o puede no ser eficaz utilizando su capital y fallar debido a la falta de competitividad.

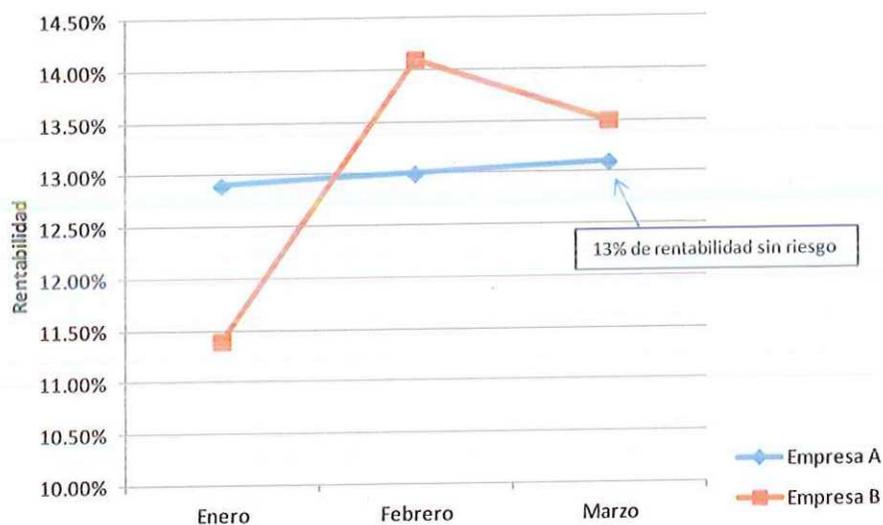


Figura 1.4 Gráfico de 2 Empresas con el mismo ingreso mensual promedio de 13% y diferentes riesgos

## 1.5. MEDICIÓN Y MODELACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL

La medición y modelación del riesgo operacional significa indudablemente la medición de las fluctuaciones en el rendimiento y ser capaz de predecir y tomar medidas para contrarrestarlas. El establecimiento de una medida objetiva y relevante para el riesgo operativo es un paso crítico hacia su gestión porque es necesaria una retroalimentación consistente y confiable para cambiar el comportamiento. Pero el riesgo operacional es difícil de medir, difícil de predecir, y difícil de identificar las causas debido a la naturaleza de las dos fuentes principales de las fluctuaciones. Generalmente, las pérdidas por riesgo operacional no se pueden medir directamente a causa de la alta frecuencia de las pérdidas de bajo impacto las cuales no se cuentan adecuadamente; y para las de baja frecuencia, las pérdidas de alto impacto son tan poco frecuentes que es difícil recolectar una muestra adecuada. Una gran pérdida debido a un riesgo particular puede aparecer una vez en varios años, y una unidad de negocio que no había experimentado una gran pérdida no tendría manera de medir el riesgo directamente. Hacer frente a estos problemas requiere de un marco para la medición del riesgo operacional que alinee las medidas de riesgo con medidas de desempeño, una metodología que puede medir, las

diversas fuentes de riesgo operativo, y una capacidad de modelación que le permite a la gestión tanto predecir el nivel de riesgo como tomar medidas para aquellos que son controlables.

### **1.5.1. Marco de Medición**

Un marco de medición del riesgo operacional es esencial porque las definiciones básicas de riesgo operacional, sus metas, y un método para su medición aún no están ampliamente establecidos. Un marco se ocupa de estas cuestiones, proporcionando un conjunto de supuestos, definiciones y una metodología para la medición del riesgo operacional que cada negocio puede utilizar para desarrollar sus medidas específicas de riesgo operacional basado en medidas de desempeño. Los factores de riesgo relevantes que explican las fluctuaciones en los niveles de rendimiento durante periodos pueden entonces ser identificados, medidos y reportados. El marco de medición propuesto para el riesgo operativo se inicia con un modelo de negocio y un conjunto de definiciones y supuestos para vincular las medidas de riesgo operativo a las medidas de desempeño de negocios. El modelo de negocio define la unidad de análisis y los factores para la medición y modelización y utiliza los procesos de adición de valor de la unidad de negocio como la unidad de análisis para la medición del riesgo operacional. La metodología de medición proporciona una manera de calcular la medida del riesgo. Los modelos causales se utilizan para vincular las fluctuaciones de rendimiento y cambios en los factores de riesgo. Las variaciones que sin explicación respecto a su funcionamiento, se direccionan mediante modelos de pérdida.

### **1.5.2. Metodología de Medición**

Una metodología para el riesgo operativo debe ser capaz de medir las dos fuentes de riesgo operativo (variaciones en las actividades de los procesos y acontecimientos raros), y los métodos tradicionales de medición no funcionan bien para ambos. Por un lado, son frecuentes las fluctuaciones aleatorias que son una parte intrínseca de las operaciones que agregan valor a la empresa. Y por otro lado son eventos raros en los que se producen grandes fluctuaciones debido a una combinación de factores (posiblemente extremos). La metodología de medición del marco propuesto del riesgo operacional, Delta-EVT, prevé la medición de ambas fuentes de pérdidas por riesgo operacional y satisface los criterios del marco. La metodología Delta-EVT es una combinación de dos métodos existentes para tratar la incertidumbre. Esta es introducida para tratar con la propagación de errores en las actividades de las fluctuaciones en el rendimiento. Esta metodología tiene su fundamento en las directrices y las prácticas de medición de la incertidumbre (Guía ISO 1993). Estas directrices están avaladas por la Organización Internacional de Normalización (ISO) y utilizada por la mayoría de los laboratorios más importantes del mundo. El método Delta funciona mediante el uso de las medidas de las fluctuaciones en las actividades y las sensibilidades de los resultados a las actividades para la estimación de la volatilidad del rendimiento. Para los eventos raros o extremos, la teoría del valor extremo (Extreme Value Theory EVT) es la metodología utilizada para medir su gravedad y extrapolar el efecto de su impacto durante largos períodos. EVT es un método estadístico utilizado en un modelo de pérdidas con el fin de estimar el impacto de los eventos potencialmente desastrosos. Se ha utilizado desde hace tiempo en las ciencias físicas para la seguridad y el diseño de diques, puentes, etc., y más recientemente se ha aplicado a los seguros (McNeil y Saladin 1997).

### 1.5.3. Modelado

Los modelos se utilizan para predecir y tomar medidas, y el enfoque propuesto para la medición del riesgo operacional utiliza ambas capacidades. Los modelos causales para el riesgo operativo vinculan las fluctuaciones en el rendimiento a sus causas. Una comprensión causal es esencial con el fin de tomar las medidas adecuadas para controlar y administrar el riesgo ya que la causalidad es una base para la acción y la predicción. Sabiendo "qué causa qué", le da la capacidad de intervenir a fin de afectar su medio ambiente y controlar las cosas que le rodean. La causalidad es diferente de la correlación, en la que dos cosas se asocian debido a que cambian al unísono o se encuentran juntos. Los modelos de predicción (por ejemplo, modelos de pérdida) utilizan a menudo correlación como una base para la predicción, pero la acción basada en las asociaciones es a lo mejor provisional. Relaciones simples de causa y efecto son conocidas por experiencia, pero situaciones más complejas, como las que están inmersas en los procesos de las operaciones comerciales no pueden ser intuitivamente obvias a partir de la información disponible. Los modelos de pérdida por riesgo operacional son predictivos. Su función es medir los efectos de las pérdidas y proporcionar medidas de riesgo para las operaciones que no están vinculados a las causas. En otras palabras, son necesarios para dar cuenta de las pérdidas inexplicables y para predecirlas durante períodos prolongados.

Considerando la discusión anterior, la conexión entre el riesgo en las operaciones, y la causalidad y la pérdida puede hacerse como sigue. El impacto sobre las operaciones puede separarse en riesgo controlable y riesgo incontrolable. Riesgo controlable es definido como aquellos riesgos que tienen causas asignables que pueden ser influenciadas.

Generalmente, los riesgos relacionados con los procesos tendrán causas asignadas y por lo tanto serán controlables. Por ejemplo, clasificando los clientes con préstamos en las categorías de crédito equivocadas puede dar lugar a diferencias importantes en las tasas de impago del préstamo y requerimientos de provisiones de préstamos, siendo un ejemplo de un riesgo que es controlable ya que su causa es conocida. El riesgo incontrolable es definido como aquellos riesgos que no tienen factores causales que pueden ser influenciados. Su impacto se determina a través de modelos de pérdida que analizan valores extremos (pérdidas), y el uso de la clasificación en lugar de las causas. Idealmente, los modelos extremos de pérdidas serán utilizados con escenarios que proporcionan puntos de estrés para el análisis. Incontrolable no quiere decir que no hay nada que se pueda hacer al respecto. Hay muchas estrategias de mitigación que pueden ser implementadas con el fin de reducir los efectos de la pérdida. También el riesgo incontrolable puede llegar a ser controlable si puede ser encontrada una causa asignable y si es posible una acción correctiva.

### 1.6. ¿CUÁLES SON LOS SIGUIENTES PASOS?

Este libro defiende que el riesgo debe ser elevado al mismo nivel que las recompensas. Es decir, las medidas de riesgo deben ser:

- Sistemáticamente medidas y modeladas como un precursor de gestión;
- Incluidas en los sistemas de medición del desempeño;
- Parte de la indemnización, y

- Contabilizadas y notificadas a los interesados.

Las buenas políticas, sistemas, procesos y procedimientos para la gestión del riesgo operacional se basan en mediciones confiables de riesgo operacional. Ninguna empresa pensaría en operar sin responsabilidad y seguro de accidentes, pero pocos toman un enfoque sistemático para la gestión de los muchos otros riesgos que enfrentan. La historia demuestra que cualquier empresa puede perder su ventaja competitiva y estrategia ganadora a causa de equivocaciones y percances o al permanecer complaciente mientras que las ganancias erosionan lentamente. Ejemplos clásicos de grandes pérdidas operativas en las empresas financieras incluyen las pérdidas en el comercio de futuros en Barings, las pérdidas en el comercio de cobre en Sumitomo y pérdidas en opciones de largo plazo en el antiguo Banco Nacional de Westminster. Pero otras pérdidas tan emblemáticas como la explosión de la planta de Bhopal para la Union Carbide Corporation, el accidente del Concorde en París, y a nivel nacional, la interrupción del servicio telefónico de larga distancia de AT&T demuestran que el riesgo operacional de ninguna manera se limita a las compañías financieras. Estos acontecimientos tuvieron efectos graves para las empresas involucradas que van desde pérdida por accidente, pérdida de responsabilidad civil, daños a la reputación y el impacto de negocios para completar el colapso y la disolución. Es evidente que las consecuencias del riesgo operacional pueden ser muy graves. Y a pesar de que muchos creen que el riesgo de siniestros grandes va en aumento (Perrow 1999), algunas empresas se aferran a la creencia de que no les puede pasar a ellos. O sostienen que la gestión de riesgos ya forma parte de las operaciones del día a día de la empresa. En el lado positivo, parece que hay una mayor conciencia del riesgo operacional en la mayoría de las organizaciones, y varios han tomado medidas para hacerle frente. En el lado negativo, los esfuerzos de este tipo suelen ser reactivos y aún no se han convertido en una parte fundamental de la estrategia operativa de la empresa. Utilizando las técnicas presentadas en este libro, las empresas pueden hacer mucho más para evitar futuros desastres, dando un paso hacia la gestión sistemática de los riesgos operacionales que enfrentan.

Lo que este libro propone es que las empresas financieras ahora deben abrazar la idea de la gestión del riesgo operacional de una manera similar a riesgo de mercado, y las empresas no financieras deben considerar el riesgo operacional como el siguiente paso en la medición del desempeño. Dado que el riesgo operacional es un problema complejo, cada empresa debería vincular a un experto en riesgo operacional para ayudar a los gerentes de empresas desarrollar medidas efectivas para el riesgo operacional dentro de sus unidades y coordinar la medición del riesgo operacional con otras partes de la organización (por ejemplo, auditoría y cumplimiento). La gestión del riesgo operacional de los sistemas de información debe establecerse con el fin de hacer que el proceso de medición del riesgo operacional sea sistemático y eficiente. Al mismo tiempo, una revisión de las medidas de riesgo operacional debe convertirse en una parte rutinaria de la evaluación de desempeño para todas las empresas. Por último, el resultado final debe ser la incorporación de la medición del riesgo operacional en los sistemas de gestión de compensación del mismo modo que el rendimiento, y en la contabilidad y presentación de informes para los accionistas.

## **1.7. DESCRIPCIÓN GENERAL DE ESTE LIBRO**

El Riesgo Operacional proporciona una motivación, marco, metodología y teoría para comprender la magnitud del riesgo en las actividades de una empresa. Usando una

medición del riesgo operacional, una empresa puede crear valor sostenible a largo plazo mediante la reducción de su riesgo operativo, a la vez que se mejora el rendimiento. Comprender la relación entre la valoración de riesgos, análisis de algunas pérdidas operativas famosas, y una revisión de la normativa proporciona la motivación para abordar el riesgo operacional. Un conjunto de definiciones y supuestos para hacer frente a la medición del riesgo operacional de manera objetiva y vinculándolo con el rendimiento, establece un marco de medición. La metodología de medición proporciona una manera de calcular las medidas de riesgo, usando modelos para vincular los cálculos para el negocio de una forma más útil para la empresa. Y, por último, nada es tan útil como una buena teoría, y los fundamentos teóricos, garantizan que las metodologías para el riesgo operativo sean de aplicación general y estable en el tiempo. Las ideas principales del libro se resumen a continuación:

- Las empresas pueden aumentar su valor mediante la reducción del riesgo operativo asociado con el rendimiento.
- El riesgo operacional es una parte inherente de la forma en que una empresa realiza sus negocios y está estrechamente vinculado con el desempeño.
- Tomar buenas decisiones sobre el riesgo operacional requiere una medida objetiva y relevante para él.
- Los resultados de riesgo operacional en las fluctuaciones en el rendimiento, los cuales se pueden clasificar generalmente como fluctuaciones frecuentes de bajo nivel o como grandes saltos en el rendimiento que ocurren rara vez.
- La medición del riesgo operacional requiere de una metodología combinada como la propuesta Delta-EVT porque las técnicas tradicionales no se ocupan bien de ambos tipos de fluctuaciones.
- La causalidad es la clave para entender qué parte del riesgo operacional se puede controlar y qué no; proporcionando la base para la acción de gestión.

Este libro está organizado en cinco secciones. La Sección I presenta los conceptos y proporciona antecedentes sobre la historia y los reglamentos relacionados con el riesgo operacional. El objetivo principal es promover el conocimiento del riesgo operacional y proporcionar la motivación de por qué el riesgo operacional debe ser abordado de manera sistemática. Esta es una buena exposición de tres capítulos sobre los temas de riesgo operacional que pueden apreciarse por la gerencia, así como por expertos cuantitativos. La Sección II es la arquitectura para la realización de la gestión del riesgo operacional de una manera sistemática. Anclado en torno a un marco general y propuesta la nueva metodología de medición llamada Delta-EVT, también incluye un capítulo sobre cada una de las dos técnicas analíticas que integran Delta-EVT en la que se proporcionan las fórmulas y procedimientos para el cálculo de medidas de riesgo operacional. Este es el núcleo del libro, escrito específicamente como una receta para los analistas, gestores de riesgos y otras personas que participan en la aplicación del día a día de la medición, el modelado y la gestión del riesgo operacional de su empresa. En la sección III se ocupa de modelos de riesgo operacional y la importancia de los modelos causales para el proceso de cálculo de las correspondientes medidas de riesgo operacional. Delta-EVT modelos para el riesgo operacional están construidos para un ficticio Banco Génova para demostrar cómo construir modelos básicos de los factores de riesgo, modelos de pérdidas, y generar escenarios. El siguiente capítulo sobre modelos causales describe la técnica de la construcción de modelos causales, y el tercer capítulo se muestra cómo implementar la metodología Delta-EVT utilizando modelos causales y el ejemplo del

Banco de Génova. La Sección IV es un tratamiento en profundidad de las matemáticas para la medición y modelización de riesgo operacional, e incluye un capítulo sobre la propagación de cada error, la teoría del valor extremo, y los métodos bayesianos. El objetivo es proporcionar una introducción a la teoría detrás del marco y la metodología. El público objetivo son expertos técnicos que quieren modificar, adaptar o ampliar las técnicas, y que tienen una formación adecuada e interés en los fundamentos. Sección V es una lista completa del material bibliográfico de apoyo a escribir este libro, y sugerencias de lecturas adicionales se incluyen al final de cada capítulo.

El capítulo 2 (Pérdidas históricas) comienza con la introducción de algunos esquemas de categorización de pérdidas para ayudar a identificar y resolver las averías en los sistemas operativos y los controles. A continuación, se presentan algunos de los incidentes de pérdidas históricos más famosos. Cada uno se clasifica y evalúa con el fin de proporcionar una base para la definición de los problemas y la motivación para hacer frente a los riesgos operativos. Las pérdidas históricas se utilizan como una forma de motivar a las empresas para reducir la vulnerabilidad a grandes pérdidas a través de suficientes sistemas de control operacional, y tener en cuenta que en muchos casos se originan grandes pérdidas de los riesgos más pequeños.

El capítulo 3 (Reglamento) revisa la normativa relacionada con el riesgo operacional en las empresas, así como en la banca. Se muestra cómo la regulación ha sido un factor clave en la banca, y en los últimos años en el mundo corporativo. En la mayoría de los casos la regulación ha seguido el desastre, por lo que este capítulo comienza con un resumen cronológico relacionando el medio ambiente a la regulación resultante. A continuación, se discuten la supervisión bancaria y la gestión empresarial en general y se dan detalles sobre algunas regulaciones individuales importantes. Por último, se resume el enfoque normativo actual.

El capítulo 4 (Marco de medición) inicia la Sección II del libro. Se aborda uno de los problemas fundamentales con el riesgo operacional, es decir, una falta de información de medición pertinente sobre la cual basar las decisiones. El núcleo de este libro es una herramienta para medir y modelar el riesgo operativo que establece las definiciones y supuestos básicos que se necesitan para obtener un acuerdo, fomentar el debate y crear enfoques productivos con el fin de que las cosas avancen. En este capítulo los criterios de un marco de riesgo operacional y varios enfoques existentes y propuestos a la misma son revisados. A continuación, un marco para medir y modelar el riesgo operativo y una nueva metodología de medición llamada Delta-EVT se presentan y discuten, seguido de un resumen de cómo Delta-EVT tanto satisface los criterios de un marco operacional y proporciona un medio para hacer realidad los beneficios de la operación gestión de riesgos. A continuación, se exponen los pasos básicos para la aplicación del marco. El capítulo concluye con un breve resumen de los puntos principales y la discusión de metodologías alternativas.

El capítulo 5 (La Metodología Delta) contiene una discusión a fondo de la metodología Delta para la medición de del riesgo operacional. La metodología Delta es la técnica de cálculo para la determinación del valor de las pérdidas que pueden asignarse en la empresa. Delta utiliza las técnicas de análisis de errores clásico para medir el amplio espectro de las pérdidas financieras que se producen en los procesos operativos, debido a los errores y omisiones. Este capítulo está matemáticamente orientado y comienza con una discusión de los conceptos claves del método Delta, seguido de una descripción y

explicación de los pasos para la puesta en práctica como una medida para el riesgo operacional. Luego se describen algunas ventajas de usar el método Delta, junto con sus limitaciones. Por último, se presentan ejemplos detallados de los cálculos de Delta para los tres procesos financieros de inversión, financiamiento y servicios, y el capítulo concluye con un resumen de los puntos principales.

El capítulo 6 (La Metodología EVT) describe la teoría del valor extremo y su aplicación a los eventos de pérdida financiera. Modelos de pérdidas son un elemento importante de la medición del riesgo operacional, y EVT es la técnica utilizada para determinar las pérdidas por averías y controlar los acontecimientos externos (no incluidos en el método Delta). El capítulo comienza con una breve descripción de la forma general de modelos de pérdida y un ejemplo para modelar las pérdidas históricas. Luego, se discuten la teoría del valor extremo (EVT) y el método de los Picos Sobre Umbrales (peaks over thresholds - POT). A continuación, se presenta un ejemplo detallado del cálculo del riesgo operacional por exceso de pérdidas. Por último, se ofrecen una reflexión sobre los datos y la validación de modelos de pérdida, junto con un resumen de los puntos principales.

Capítulo 7 (Delta-EVT, Modelos de Riesgo Operacional) comienza la Sección III del libro. La aplicación de la metodología de Delta-EVT al riesgo operacional requiere el desarrollo de un conjunto específico de los modelos de negocio, modelos de factores de riesgo, modelos de pérdida, escenarios plausibles, y las medidas de riesgo de la empresa. En este capítulo se presenta un conjunto esquelético de estos componentes, y comienza con una plantilla modelo de negocio y la identificación de los correspondientes procesos y actividades de valor agregado. A continuación, son desarrollados los modelos de medición del riesgo operacional asociados con el modelo de negocios basados en el método Delta. Seguidamente, se presentan las técnicas de creación de modelos de pérdida junto con algunas ideas para generar amplios datos de eventos de pérdidas a partir de los escenarios. Por último, se analizan brevemente las medidas de riesgo operacional y luego se calculan en un ejemplo basado en una empresa ficticia llamada Banco de Génova.

Capítulo 8 (Modelización Causal) describe el concepto de modelización causal. Basado en la teoría de decisión bayesiana, es una técnica en la que la causalidad (relaciones del mundo real) en lugar de asociaciones (correlación de estados) se utiliza como la base para la construcción de sistemas de medición de los riesgos operacionales. Este capítulo trata de las ideas básicas de modelado causal, e incluye un ejemplo del capítulo Bayesiano para ayudar a conectar a los conceptos clave. Después una definición más formal de la relación causal básica es motivada por una simple serie de ejemplos. A continuación, las principales ideas detrás de la construcción y el uso de modelos causales se describen utilizando un famoso ejemplo de las estadísticas conocidas como paradoja de Simpson. El capítulo concluye con ejemplos de aplicaciones de los modelos causales para el riesgo operacional en las finanzas y una breve descripción de su uso.

El capítulo 9 (modelos causales de Riesgo Operacional) es la construcción de modelos causales para aplicar el marco de evaluación propuesto para el riesgo operacional. Aunque las medidas de riesgo operacional se pueden calcular sin modelos causales mediante la propuesta metodología Delta-EVT, los modelos causales ofrecen muchas ventajas y son muy adecuados para la medición y análisis del riesgo operacional. En este capítulo, se resumen las ventajas de los modelos causales de riesgo operacional (como su aplicabilidad tanto en la medición del desempeño, como en el riesgo). A continuación,

se presentan los pasos a seguir para la construcción de un modelo causal para el riesgo operacional, seguido de un ejemplo detallado para el ficticio Banco Génova para destacar los beneficios y mostrar algunos ejemplos de los cálculos. Después, para el practicante más experimentado, se analizan los usos avanzados de los modelos causales de riesgo operacional y se presentan algunos ejemplos. El capítulo concluye con un breve resumen.

El capítulo 10 (Propagación de errores) inicia la Sección IV del libro, y es el primero de tres capítulos sobre las matemáticas detrás de la metodología. Es un error común el pensar en los errores como equivocaciones, pero aquí 'error' es el término que se utiliza para la incertidumbre en las mediciones y no necesariamente los errores. Esta importante distinción establece las bases para un debate sobre los conceptos básicos de las mediciones, las fuentes de incertidumbre, y la teoría de la propagación de errores. El capítulo comienza con una visión general de los estándares de medición y las organizaciones que patrocinan y promueven su uso, y una discusión sobre la importancia y el efecto de los errores. A continuación, se explican los conceptos básicos de error de modelado, seguido por discusiones de medición directa e indirecta y la necesidad de la propagación de errores. Luego se presenta el uso de modelos de error para establecer intervalos para las medidas y para clasificar los errores. Por último, el arte de conseguir buenas medidas requiere un diálogo con los gerentes de negocios para capturar las características de las medidas y criterios para la evaluación de las mismas, y el capítulo se cierra con algunas reflexiones sobre temas de medición que apoyan este objetivo.

El capítulo 11 (Teoría de los Valores Extremos) es el segundo de los tres capítulos de la sección de matemáticas. Teoría de valores extremos (EVT), junto con el método Delta fue presentado anteriormente en el libro como la piedra angular de una nueva metodología de riesgo operacional. La teoría está bien desarrollada para procesos físicos y presenta una alternativa viable a los modelos de pérdida tradicionales para eventos raros y las averías de control asociados con el riesgo operativo. La aplicación del método Delta para financiar no es nueva, pero la aplicación de EVT a la financiación es relativamente reciente (la mayoría de seguros) y por esa razón este capítulo se ha dedicado a ella. El capítulo comienza con una visión general de los conceptos básicos detrás de la EVT y ejemplos de su uso como una herramienta importante para el análisis de la confiabilidad y fracaso de muchos sistemas físicos. Se continúa con un problema análogo en relación con la crisis bursátil de 1987, que conduce a una discusión de exceso de pérdida y umbral. A continuación, se presentan las discusiones de las pérdidas que dependen del tiempo en el contexto de un modelo de seguro actuarial clásico y la solicitud de continuación del EVT a pérdidas internas para las instituciones financieras. El capítulo concluye con un breve resumen.

El capítulo 12 (Métodos Bayesianos) concluye la sección de matemáticas y completa el libro. Se ofrece una breve introducción a la teoría de decisión bayesiana, la cual es importante para el análisis del riesgo operacional, ya que aborda el problema de cómo tomar decisiones en condiciones de incertidumbre, e importante para la medición del riesgo operacional, porque las redes bayesianas son la base para los modelos causales. Los conceptos clave son definidos y se discute el uso de redes bayesianas como herramienta de apoyo a las decisiones. El capítulo comienza con una explicación de los métodos bayesianos y continúa con una discusión de algunos de los conceptos clave. A continuación, se introduce el teorema de Bayes y se proporcionan dos breves ejemplos para reforzar los principales conceptos e ilustrar las técnicas. Esto es seguido por una discusión a fondo de las redes bayesianas, la base sobre la cual se construyen los

modelos causales. Luego se construye una red simple bayesiana para uno de los ejemplos anteriores y es discutido para demostrar la técnica.

### **1.8. LECTURA ADICIONAL**

Hay varias buenas descripciones de la gestión basada en valor que comienzan con Porter (1985) y Rappaport (1998) para lo básico, y Olve, Roy y Wetter (1999) y Knight (1997) para una aplicación más orientada al trabajo. Drucker (1967) sigue siendo atemporal en su descripción de la necesidad de la medición para cambiar el comportamiento. Libros abundan sobre el tema del riesgo y generalmente caen en una de dos categorías: los relatos de catástrofes como Neumann (1995) y Perrow (1999), y las descripciones de los desastres financieros, por ejemplo, Gapper y Denton (1996) y Jorion (1997).

## 2. PÉRDIDAS HISTÓRICAS

### 2.1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales formas de gestión del riesgo operacional es ayudar a evitar grandes pérdidas debido a fallas en los sistemas y controles lo cual puede contribuir a los ingresos más estables. Mirando hacia atrás en el tiempo, muchas de las mayores pérdidas de los bancos de inversión se han debido al riesgo operacional. Ellas no fueron causadas por un movimiento del mercado o evento de crédito, sino que más bien son el resultado de fallas del banco para monitorear lo suficiente, controlar y gestionar los riesgos asociados a los procesos operativos. En este capítulo, algunos de los incidentes de pérdida históricos más famosos del que han resultado pérdidas muy grandes son clasificados y cuantificados con el fin de proporcionar una base para la definición de los problemas y la motivación para hacer frente a los riesgos operativos. Pero en primer lugar, tres esquemas de categorización (contabilidad, los factores humanos, y basado en el valor) se exponen junto con el argumento de que el enfoque de la contabilidad es necesario para la atribución de pérdida, ya que está bien definido y es completo y el esquema basado en el valor es un buen complemento y refuerzo de las prácticas de evaluación interna a través del cuales pueden ser identificadas las causas de los errores. Entonces las pérdidas históricas son descritas y evaluadas utilizando las categorizaciones de contabilidad y basado en el valor para demostrar cómo los esquemas pueden ser aplicados y también para hablar de las pérdidas de ejemplo. Posteriormente se presentan varias otras pérdidas importantes, pero no tan famosas, que han dado lugar a reclamaciones de seguros. Estas se incluyen porque demuestran cómo las pérdidas externas en el contexto del riesgo operacional pueden constituir una cantidad importante para muchas instituciones financieras. Por último, se ofrecen un resumen y algunas observaciones.

### 2.2. ATRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS

Con el fin de tomar medidas para prevenir o mitigar pérdidas similares en el futuro, las pérdidas deben ser atribuidas a una causa. Hay muchas maneras de clasificarlas de acuerdo con su fuente. Las categorías dependen de si se piensa en la causa de un problema como aritmética, de comportamiento o analítica. Esquemas de aritmética se basan en el recuento de los atributos de los eventos. Esquemas de comportamiento se centran en las personas y sus acciones. Los enfoques analíticos buscan las causas de los acontecimientos. Tres esquemas comunes de categorización de pérdidas son la contable, los factores humanos, y basado en el valor.

#### 2.2.1. Clasificación contable de pérdidas

El esquema contable tiene sus raíces en el sistema contable básico de doble entrada e incluye las categorías de valoración, conciliación, cumplimiento y puntualidad. Cada una de estas categorías contables se describe a continuación:

1. Riesgo por Valoración: Error en el monto de la transacción (precio equivocado). Hoy en día, las transacciones bancarias se ven afectadas por el mercado y el uso de un contrato de método contable, donde los ingresos de una transacción a

menudo dependen de los términos del contrato y de un conjunto de valores de mercado. Los modelos para calcular el valor de un contrato basado en sus términos y valores relevantes de mercado están sujetos a revisión e interpretación. Puesto que no puede representar el "verdadero" valor del contrato, puede haber pérdidas asociadas con la "re-valoración".

2. Riesgo Conciliación: Error en la cuenta de entrada (cuenta incorrecta). Puesto que literalmente hay millones de cuentas en una gran operación financiera la perspectiva de abono o cargo a la cuenta equivocada debe ser considerada. Como con todos los errores, si esto no es recuperable, resulta en una pérdida.
3. Riesgo de Cumplimiento: Error en el procedimiento que se utiliza para procesar la transacción (procedimiento equivocado). Por ejemplo, los contratos de servicios financieros están sujetos a una serie de normas y reglamentos, tanto internos como externos, que rigen los procedimientos utilizados para originar y administrar el contrato. El incumplimiento de estas normas puede someter a la empresa a pérdidas, tales como multas y litigios.
4. Riesgo de Puntualidad: Retraso en la tramitación de la información (mal momento). El dinero tiene un valor de intrínseco en el tiempo y el retraso en el procesamiento de transacciones puede resultar en pérdidas. El más común es el costo de transporte, pero la volatilidad del mercado puede crear grandes pérdidas debido a los retrasos en la tramitación del contrato.

Como este sistema de clasificación garantiza esencialmente la integridad de los libros contables, es global y puede ser 'objetivamente' administrado. Una limitación es que este asume que todas las funciones satisfacen los requisitos, por lo que los fallos del sistema y la falta de capacidad no están bien representados. También es probable que no sean suficientes en la identificación de las causas de los errores y pueden necesitar ser complementado para ser usado por la gestión de operaciones con el fin de ser procesable.

### **2.2.2. Factores humanos de clasificación de pérdidas**

Otra forma de clasificar la pérdida es a través de las personas de la organización. Un esquema de factores humanos para la categorización de pérdidas podría incluir:

- Supervisión de gestión de errores
- Gestión de fraude
- Errores en las actividad de los empleados
- Fraude de Empleados

La Supervisión de gestiones y la ejecución de las operaciones realizadas por los empleados están sujetas a errores y a actividad fraudulenta deliberada. Estas son simples sub-categorías, pero la dificultad está en decidir entre ellas cuando la pérdida ocurre.

Por ejemplo, un error en el sistema puede atribuirse, o bien a los programadores de software quienes escribieron el código o al gerente, quien era el responsable de probarlo. En pocas palabras, el esquema de los factores humanos, por naturaleza, carece de una relación efectiva para el control, rara vez conlleva a acciones corregibles, y tiene un alto grado de subjetividad. Por estas y otras razones, este método de clasificación para las pérdidas no será considerado más.

### 2.2.3. Clasificación basada en el valor de la pérdida

Una tercera categorización, que no es comúnmente utilizada, se basa en la jerarquía del valor de la firma. La jerarquía del valor contiene las competencias básicas y capacidades que la gestión de la empresa considera esenciales para agregar valor. Las ponderaciones estarían atribuidas a varias áreas en la jerarquía de valor de la empresa, de modo que la causa de la pérdida es repartida entre estas áreas. Suponiendo que una jerarquía de valor simple para el control incluye a las personas, la tecnología, los procesos y en su nivel superior las capacidades específicas del negocio, un porcentaje de la pérdida en función de los valores expresados por cada uno, podría atribuirse a cada una de las áreas y sub-áreas. Por ejemplo, si los valores de la empresa reflejan una creencia básica que la gente está siendo responsable últimamente, y el área de personas incluye la declaración de valor: "La gente es en última instancia la responsable de la exactitud de todas las transacciones", entonces este esquema de clasificación los factores humanos podría terminar parecido a clasificación descrita anteriormente. Sin embargo, normalmente no habría varias sub-categorías, como la capacitación, la facturación y la compensación, en el área de factores humanos a la cual las pérdidas podrían ser atribuidas. Así, en lugar de simplemente un error en la actividad de los empleados, una parte de la pérdida podría atribuirse a la formación de los empleados, facturación o plan de compensación. En cada uno, una serie de preguntas relativas a la "mejor práctica" posible para dicha sub-categoría podrían ser utilizadas para anotar la pérdida. Las preguntas son contestadas con respecto a la pérdida específica (incidente) en oposición a la condición general como se debe hacerse en un estándar de control de auto-evaluación. Por ejemplo, utilizando las categorías que se muestran en la Figura 2,1, un porcentaje de pérdida estaría atribuida a cada categoría y sub-categoría para cada incidente bajo consideración basada en los valores de la empresa.

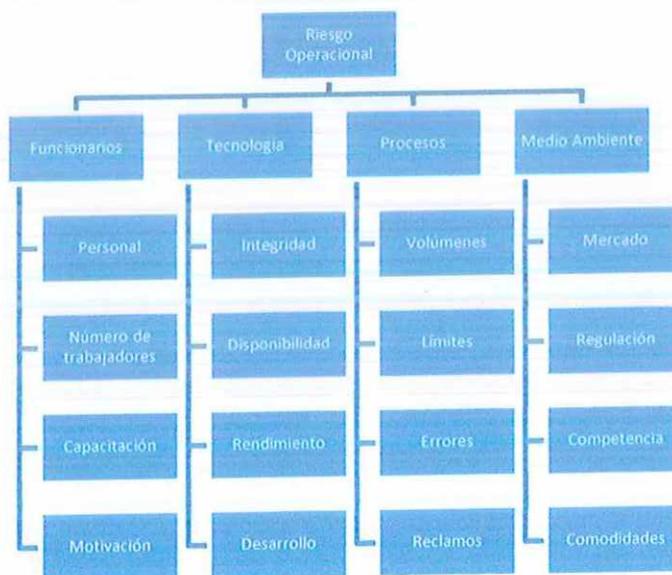


Figura 2.1 Jerarquía de control basada en el valor para la clasificación de pérdidas.

La ventaja de la jerarquía de valor para la atribución de pérdida es que también se puede utilizar para realizar un control general de auto-evaluación para toda la organización. De esta manera, los exámenes periódicos de control a través de la autoevaluación se refuerzan y son calibrados con revisiones de incidentes específicos de grandes pérdidas. Pero debe tenerse en cuenta que la clasificación basada en el valor refleja los valores de la empresa, y por definición es subjetiva y específico de cada empresa. Por lo tanto, no puede ser la base de una evaluación objetiva de los accionistas fuera de la empresa, pero puede ser un complemento eficaz a otros enfoques menos subjetivos tales como el sistema de contabilidad

### **2.3. PÉRDIDAS MUY GRANDES**

Mirando hacia atrás en el tiempo, muchas de las mayores pérdidas de los bancos de inversión se han debido al riesgo operacional. Hay varios casos de comerciantes individuales en los bancos que perdieron más de mil millones de dólares estadounidenses por falta de una adecuada gestión del riesgo operacional. Estas pérdidas más famosas incluyen Yasuo Hamanaka de Sumitomo (2,6 miles millones de dólares), Nick Leeson del Barings Bank (1,4 miles millones de dólares), Toshihide Iguchi de Daiwa en Nueva York (1,1 miles millones de dólares) y Yukihusu Fujita de Shell en Japón (1,1 miles millones de dólares). Los finalistas incluyen Howard Rubin (377 millones de dólares) y Joseph Jett de Kidder Peabody (350 millones de dólares). Estos casos son bien conocidos y han dado lugar a fallos de negocios debido a las pérdidas, junto con repercusiones de mercado. La comprensión de cómo evitar este tipo de pérdidas y ser capaz de cuantificar la carga de capital para ellos es esencial para mantener la solvencia financiera de la institución. Obtener la definición y el enfoque también es importante porque el riesgo operacional incluye tanto las pérdidas pequeñas más frecuentes, como las debidas a fallos en la liquidación, errores de cartera y errores del modelo. Más adelante en el capítulo se proporcionan ejemplos y discusiones de pérdidas menores por riesgo operacional, pero primero debemos discutir algunos de los fracasos famosos por este tipo de riesgo.

### **2.4. FALLAS POR RIESGO OPERACIONAL**

Las pérdidas famosas de Sumitomo, Barings PLC, Deutsche Morgen Grenfell, NatWest Markets, Bank of New York, y Banque Paribas, entre otras, proporcionan un rico fondo para la discusión acerca de la asignación por pérdidas de riesgo operacional. Una breve descripción de cada pérdida es citada de la fuente original, y luego evaluada utilizando las clasificaciones contables y la basada en el valor para demostrar cómo el esquema de asignación de pérdidas puede ser aplicado y también para discutir los ejemplos de las pérdidas. El lector debe tener en cuenta que la información que aquí se presenta es de conocimiento público, y ningún tipo de implicación está destinada a estas instituciones o las personas que trabajan en ellas. Más bien, estos ejemplos particulares fueron elegidos porque representan una amplia gama de tipos de pérdidas y proporcionan una plataforma rica sobre la cual continuar la discusión del riesgo operacional.

#### **2.4.1. Sumitomo**

Fuente: Jim Kharouf. Futuros. Financial Communications Co. Agosto de 1996 (Reproducido con permiso).

La divulgación de la pérdida comercial de cobre por 2,6 mil millones de dólares vinculada a Sumitomo Corporation ha sido el acontecimiento más sorprendente tanto en el mercado de materias primas como en los mercados financieros en 1996. El tamaño de la pérdida supera debacles similares al de Daiwa Bank Ltd, PLC Barings, y el Condado de Orange en los últimos dos años (véase el Anuario de 1996 y el Capítulo 2 para más información sobre Condado de Orange, Barings PLC, y Daiwa Bank Ltd).

El presidente de Sumitomo dijo que la pérdida fue contraída secretamente durante un período de diez años por su operador comercial, Yasuo Harnanaka, a través de operaciones no autorizadas. Sumitomo también indicó que las operaciones involucraron instrumentos derivados de alto riesgo.

Yasuo Hamanaka es el nombre más conocido en el negocio del cobre antes del 13 de Junio, cuando su empleador, Sumitomo Corp., lo culpó públicamente por perder en un solo movimiento comercial de cobre \$ 1800 millones de dólares. Hamanaka, rey del mercado de cobre durante los últimos 10 años, hace que las pérdidas derivadas parezcan ahora un error de cálculo mezquino del presunto comerciante pícaro de Codelco, Juan Pablo Dávila. Dávila se encuentra en una prisión de Santiago enfrentando las acusaciones de que como jefe comerciante de Codelco perdió \$ 200 millones de dólares en un presunto plan mediante el cual él desvió negocios a varios distribuidores para sobornos. Dávila dice que perdió el dinero en un error informático.

Tabla 2.1 Clasificación de la pérdida de Sumitomo

Esquema	Clasificación de Sumitomo			
Contabilidad	Valoración	Conciliación	Cumplimiento	Puntualidad
Basado en el valor	Funcionarios	Tecnología	Procesos	Medio Ambiente
	70%	20%	5%	5%

#### *Discusión:*

Basándose en los valores del personal, crea vulnerabilidad a los errores humanos y fraudes. Incluso los buenos sistemas de control pueden fallar miserablemente cuando se trata de fraude o falsificación. Los sistemas precisos de conciliación resisten la falsificación y podrían reportar violaciones límite a pesar de haber sido "autorizados". Las excepciones y circunstancias especiales ocurren, pero un sistema de conciliación adecuado debería informar las violaciones límite si han o no han sido "autorizadas". De este modo, el sistema mantiene una comprobación de validez asumiendo que el valor predeterminado de cumplimiento, los límites de gestión y los excesos son las excepciones que deben ser reducidos.

#### **2.4.2. Barings**

Una de las pérdidas más célebres fue la quiebra de Barings. Se ha escrito en documentos públicos, la prensa, libros de divulgación, y por Nick Leeson mismo en su libro "Rogue Trader" (también se ha hecho una película que lleva el mismo nombre). Pero sorprendentemente poca información sobre los hechos está disponible para proporcionar una visión del funcionamiento del banco, y cuál vigilancia específica y fallos en los sistemas control fueron los que le permitieron acumular más de mil millones de dólares en pérdidas durante un periodo de unos pocos años. Una de las observaciones más contundentes fue hecha por Stephen Fay en "The Collapse of Barings" (Fay, 1996, p 268.):

La ignorancia fue lo que permitió a Leeson jugar su juego durante treinta y dos meses. Barings había adquirido un sistema que permitió al departamento de liquidaciones en Londres conciliar las transacciones realizadas en cualquier parte del mundo con las órdenes de los clientes de cualquier parte del mundo, en lugar de confiar en las sucursales para la información como Singapur, el uso fraudulento de Leeson de la cuenta 88888 había sido expuesto a los pocos meses, si no semanas. Este sistema, conocido como CEREBROS, habría costado alrededor de 10 millones de libras. Barings dio el visto bueno, pero demasiado tarde, en enero de 1995. Considere los ahorros que se habrían hecho si el CEREBRO hubiera estado en uso antes.

Tabla 2.2 Clasificación de la pérdida Barings

Esquema	Clasificación de Barings			
	Valoración	Conciliación	Cumplimiento	Puntualidad
Contabilidad	Funcionarios	Tecnología	Procesos	Medio Ambiente
Basado en el valor	45%	45%	5%	5%

**Discusión:**

La contabilidad adecuada requiere de la conciliación en los puntos de control clave en el proceso. Para la mayoría de los bancos que incluye la conciliación de las operaciones en la bolsa con operaciones en el back office, y la conciliación de órdenes de clientes con operaciones realizadas. Además, las cuentas de la casa son comparadas con los límites. Si esta contabilidad simple se hubiera aplicado a Barings, la falta de conciliación podría haber sido descubierta por la cuenta 88888, a pesar de que Nick Leeson estaba a cargo tanto del comercio como del back office, porque los números no se habrían sumado. Además, las confirmaciones de clientes y operaciones habrían caído fuera de balance y la cuenta de la casa podría haber demostrado que Leeson tomó posiciones propias que excedían en mucho sus límites de negociación. Como en el ejemplo anterior, una vez más vemos un reporte de incidente basado en el valor que atribuye el incumplimiento del personal. Para una empresa basada en la tecnología, habría coeficientes muy superiores en tecnología y procesos, y menos en el personal.

**2.4.3. Deutsche Morgan Grenfell y Jardine Fleming**

Las multas son aparentemente más comunes como reguladores de recurrir a una acción punitiva cuando se halla que los bancos no cumplen con la regulación. Algunos de los incidentes recientes incluyen:

Fuente: Electronic Telegraph. 17 de abril 1997 (Reproducido con permiso)

Una multa récord de 2 millones de libras, además de una condena de pagar de más de 1 millón de libras, se impuso a la Unidad de Administradores Fiduciarios Morgan Grenfell ayer por los reguladores de la ciudad. Cerca de 90.000 inversores en tres de los fondos de inversión de Morgan que tenían un precio incorrecto durante más de un año, recibirán una compensación de 200 millones de libras en las próximas semanas. Un portavoz de Deutsche Bank, perteneciente a Morgan, dijo que el costo total del "caso Peter Young" es probable que supere los 400 millones de libras.

Fuente: Semana de Asia. 27 de septiembre. 1996 (Reproducido con permiso)

Jardine Fleming comenzó las preocupaciones de los inversores. El mes pasado, los británicos y los reguladores de Hong Kong, dijeron que el gerente estrella de JF, Colin Armstrong, se había aprovechado de los controles laxos de la más grande de empresa recaudadora de fondos de Asia para enriquecerse a costa de los inversionistas. Días después, el gigante estadounidense Fidelity, el segundo administrador de fondos más grande de Asia, tuvo un roce con la fama. El asesor financiero Tony Taylor, un ex agente de Fidelity en Irlanda, desapareció dejando 2,2 millones de dólares de dinero de los clientes en paradero desconocido. .. JF ha puesto en marcha un paquete de \$19,3 millones, uno de los desembolsos más grandes en la historia de la gestión de fondos, para los inversores en los tres fondos de la SFC que estaban en desventaja... el presidente del grupo JF, Alan Smith, dice que el enfoque de la compañía en retrospectiva, era "demasiado en el rendimiento la inversión y no lo suficiente en el cumplimiento."

Tabla 2.3 Clasificación de la pérdida Morgan Grenfell y Jardine Fleming

Esquema	Clasificación de Morgan Grenfell y Jardine Fleming			
	Valoración	Conciliación	Cumplimiento	Puntualidad
Contabilidad	Funcionarios	Tecnología	Procesos	Medio Ambiente
Basado en el valor	50%	20%	25%	5%

**Discusión:**

Es fácil ver los problemas de la subjetividad para la asignación de pérdidas en el sistema basado en el valor de las partes interesadas fuera de la empresa. Aprovechando 'laxitud de los controles' es sin duda una acción humana, pero dependiendo de los valores de los argumentos de la corporación puede ser hecha para y en contra de la clasificación de distribución anterior. Una observación es que la denuncia de estos hechos tiende a ser sensacionalista, con énfasis en el individuo. Además, las empresas suelen tratar de manejar la información facilitada a la prensa.

**2.4.4. National Westminster**

Fuente: New York Times. Viernes, 27 de junio 1997 (Reproducido con permiso de The Associated Press)

**ESCÁNDALO EN LONDRES BANCO PROMPTS seis ejecutivos renuncian.**

Un ex operador del National Westminster Bank PLC de Londres encubrió pérdidas por un total de 77 millones de libras, unos 129 millones de dólares durante dos años, informó ayer una investigación, y el banco dijo que seis altos ejecutivos habían renunciado.

Fuente: Página Web del Grupo NatWest. 26 de junio 1997  
[http://www.natwestgroup.com/pr\\_nwenq.html](http://www.natwestgroup.com/pr_nwenq.html)

**NatWest Anuncia Resultados de Investigación Independiente sobre las pérdidas en los mercados de NatWest**

NatWest Group anunció hoy (26 de junio de 1997) los resultados de la investigación sobre las pérdidas que se han producido en los mercados de NatWest en el negocio de opciones de tasas de interés de Londres. Los primeros resultados de la revisión independiente, realizada por Linklaters & Paines y Coopers & Lybrand, fueron anunciados el 13 de marzo de 1997.

El informe completo de la investigación independiente ha confirmado la carga neta contra utilidades antes de impuestos de 77 millones de libras, como se había anunciado el 13 de marzo. También encontró que las pérdidas fueron limitadas al negocio de opciones de tasa de interés de Londres. No hay evidencia de pérdida para clientes o ganancia individual como resultado de un complot con terceros. Por razones legales y razones de confidencialidad comercial no es apropiado publicar el informe. Se ha enviado al Banco de Inglaterra y la SFA. La SFO también ha sido plenamente informada. A raíz del informe seis personas ya han abandonado, o acordado para irse de NatWest Markets. Un número de otras personas son objeto de medidas disciplinarias internas.

Las pérdidas y la mala fijación de precios en las tasas de interés para opciones negociadas en Londres fueron descubiertas debido a la ocultación deliberada y debilidades en las operaciones y controles internos en esta área. Las mejoras ya se estaban haciendo a los controles durante un período de tiempo, y como resultado de esto las pérdidas fueron detectadas al final de febrero de 1997.

Las principales conclusiones del Informe:

- Las pérdidas iniciales fueron incurridas en swaptions y opciones de tasa de interés, principalmente Deutsche Mark y Sterling, y fueron el resultado de las pobres negociaciones y los movimientos adversos del mercado.
- Estas pérdidas fueron ocultadas por errores deliberados en los precios y la sobrevaloración de los contratos de opciones. Las volatilidades de entrada en los modelos de fijación de precios para el largo plazo, como en las swaptions "out the money", fueron ajustados falsamente para aumentar el valor de los libros.
- También hubo transferencias de valor no autorizadas entre los libros de opciones que fueron hechas deliberadamente para ocultar las pérdidas y para transferir falsas ganancias.
- El régimen independiente de comprobación de precio para el área de tasa de interés de opciones, no cuentan con procedimientos suficientemente sólidos para la adquisición de las cotizaciones externas y el control de la fijación de precios de opciones.

Tabla 2.4 Clasificación de la pérdida NatWest

Esquema	Valoración	Clasificación de NatWest		
		Conciliación Tecnología	Cumplimiento Procesos	Puntualidad Medio Ambiente
Contabilidad Basado en el valor	Funcionarios 70%	20%	5%	5%

#### Discusión:

La conclusión de la deliberada valoración incorrecta constituye un argumento fuerte para atribuir la mayor parte de esta pérdida a la sub-categoría de personal. El Grupo de los Treinta (1993) recomienda una verificación independiente de los valores de mercado para los contratos (Derivados: Prácticas y Principios). Utilizando un servidor de valoración, la valoración independiente se compara con el precio de oficina. Las diferencias son reportadas y seguidas estadísticamente para la significación y los prejuicios. Usando esta técnica, la valoración incorrecta puede ser detectada con mayor rapidez y pueden ser tomadas acciones correctivas antes de incurrir en grandes pérdidas.

#### 2.4.5. Bank of New York

Fuente: Wall Street Journal. Lunes, 25 de noviembre 1985.

Un enredo del ordenador causa desorden en Manejo de los Asuntos del Tesoro por Phillip L. Zweig y Allanna Sullivan Staff, periodistas del Wall Street Journal. NUEVA YORK.

Un mal funcionamiento del ordenador del Banco de New York llevó las entregas y los sistemas de pagos del mercado de bonos del Tesoro a una casi paralización por casi 28 horas el jueves y el viernes. Aunque los precios de los bonos no se vieron afectados, los comerciantes de metales subieron el precio de los futuros de platino el viernes, por la convicción de que la crisis financiera había golpeado el mercado de bonos del Tesoro. Sin embargo los problemas del Banco de New York parecían ser más electrónicos que financieros. El llo impidió temporalmente al banco, el más grande y claro de la nación en los títulos gubernamentales, la entrega de títulos a los compradores y los pagos a los vendedores - un servicio que realiza para decenas de agentes de valores y otros bancos. La falla fue resuelta el viernes a las 12:30 pm hora del este y una hora más tarde, el banco reanudó la entrega de títulos. Pero el jueves el banco, una unidad del Banco de New York Co., tuvo que pedir prestado un récord de 20 mil millones de dólares a la Reserva Federal de Nueva York para que pudiera pagar los títulos recibidos. Se dice que el préstamo es la ventana de descuento más grande nunca antes hecha del Sistema de la Reserva Federal. El Banco de New York pagó el préstamo viernes, dijo Martha Dinnerstein, vicepresidente senior. A pesar que el Banco incurrió en un estimado de 4 millones de dólares en gastos de intereses por el préstamo, el Banco dijo que cualquier impacto en sus ingresos "no sería significativo". Para los primeros nueve meses de ese año, los ingresos ascendieron a \$ 96,7 millones. La acción del Banco de New York cerró el viernes a \$ 45,125, frente a 25 centavos desde el jueves, ya que 16.500 acciones cambiaron de manos al final del día en la Bolsa de Valores de New York. El Banco de New York, dijo que había pagado por el costo de llevar los títulos de modo que sus clientes no perderían ningún interés. La incapacidad del Banco de Nueva York para aceptar pagos, dejó temporalmente a otros bancos con 20 mil millones de dólares en sus manos. Esto disminuyó la necesidad de muchos bancos de pedir prestado a otros en el mercado de fondos federales. Los bancos utilizan el mercado de fondos federales, que son las reservas que los bancos se prestan entre sí, para financiación a corto plazo de ciertas operaciones. El exceso de efectivo hizo que la tasa de fondos federales cayera en picada hasta el 5,50% del 8,375% el jueves. El desbarajuste electrónico es el más grande de los problemas informáticos que periódicamente han asolado los mercados de capitales.

Tabla 2.5 Clasificación de la pérdida del Banco de New York

Esquema	Clasificación del Banco de New York			
	Valoración	Conciliación	Cumplimiento	Puntualidad
Contabilidad	Funcionarios	Tecnología	Procesos	Medio Ambiente
Basado en el valor	10%	80%	10%	0%

**Discusión:**  
 Las fallas en el sistema pueden modelarse para calcular la pérdida en escenarios que incluyen la falta o disponibilidad limitada durante un periodo de tiempo específico. De este modo, un banco puede decidir si la pérdida de un sistema crítico está adecuadamente cubierta por la copia de seguridad o algún proceso alternativo. Los ejecutivos deben ser conscientes de la pérdida potencial por fallas con el fin de justificar el costo de los sistemas duplicados, copias de seguridad, el aumento de los sistemas alternativos de fiabilidad y otras falla de evasión y estrategias de recuperación de sistemas, personas y procesos.

## 2.4.6. Banque Paribas

Una de las pérdidas más sutiles a los bancos es el aumento del costo de los préstamos asociados con una calificación baja, por una o más de las grandes agencias de calificación. El índice Standard & Poor's recomienda lo siguiente:

*Para satisfacer las demandas de los miembros y la comunidad comercial en general, las bolsas y las Cámaras de Compensación deberán contar con sistemas informáticos y capacidades del back office excepcionales. Cada día deben procesar un gran número de transacciones y el seguimiento de las actividades comerciales con fines de cumplimiento. La reputación de la Bolsa o de las Cámaras de Compensación depende de su capacidad para comparar, aclarar y resolver los dos lados de una operación precisa y en el momento oportuno (Criterios de calificaciones de bancos, Standard & Poor's, 1995).*

Obviamente, esto también se aplica a la banca de inversión y las empresas que se centran casi exclusivamente en él. También se aplica a otras agencias de calificación crediticia, como el descubierto Banco BNP Paribas.

Fuente: Two-Ten Comunicaciones. Nueva York, 04 de abril 1996

*La calificación de corto plazo del Banco Paribas para las transacciones estructuradas se reduce por Fitch de 'F-1 +' a 'F-1'. Esta acción sigue una revisión a raíz de la pérdida de 1995 del banco de 2,9 mil millones de francos (\$ 580 millones de dólares). La rebaja refleja en gran medida la caída básica de la rentabilidad y los controles de gestión de riesgos, los cuales no han seguido el ritmo con el perfil de banca de inversión. Con activos por 980 mil millones de francos (\$ 196 mil millones de dólares) a partir del cierre del ejercicio en 1995, el Banque Paribas sigue siendo una de las mayores instituciones financieras en Francia con una importante actividad en los negocios tanto a nivel nacional como en el extranjero.*

Tabla 2.6 Clasificación de la pérdida del Banque Paribas

Esquema	Clasificación del Banque Paribas			
	Valoración	Conciliación	Cumplimiento	Puntualidad
Basado en el valor	Funcionarios	Tecnología	Procesos	Medio Ambiente
	20%	20%	55%	5%

### Discusión:

Es evidente que la gestión operativa es un ingrediente clave para cualquier banco, y es especialmente importante para las Bolsas y las cámaras de compensación. Específicamente un banco debe asegurarse de que tiene una estructura organizacional adecuada, un manual de cumplimiento, los procedimientos de compensación, y planes de recuperación y contingencia de desastres para las agencias de calificación.

## 2.5. OTRAS PÉRDIDAS

Además de las pérdidas publicadas de muy alto valor, hay muchas otras pérdidas por riesgo operacional dependiendo de qué definición de riesgo operacional se suponga. Los reclamos de interés debidos a liquidaciones fuera de plazo ocurren regularmente y son generalmente pequeños, pero algunos errores del back office pueden dar lugar a posiciones erróneas en las negociaciones y a cambios en el valor del instrumento que se entregará debido a que los repentinos movimientos del mercado pueden empequeñecer cualquier demanda potencial de interés. Los errores en los pagos y las interrupciones de

conciliación son también comunes, como lo son las aplicaciones fraudulentas y los pagos en la banca minorista.

A pesar que estas pérdidas no pueden ser ampliamente difundidas, no obstante constituyen una cantidad significativa para muchas instituciones financieras. Otras fuentes de pérdidas también están disponibles, tales como reclamaciones de seguros. La siguiente tabla es un ejemplo de las grandes pérdidas que se producen en el sector bancario que han dado lugar a reclamaciones de seguros. Esto representa alrededor de 8,5 mil millones de dólares en pérdidas en más de 10 años.

ID	FECHA	MONTO	NEGOCIO	CATEGORÍA
1	04/04/1988	\$ 60,000	Comercial	Fraude
2	08/16/1988	\$ 2,100	Venta al por menor	Fraude
3	09/01/1988	\$ 20,000	Corporativo	Fraude
4	04/03/1989	\$ 45,000	Mercado de Capitales	Fraude
5	07/25/1989	\$ 37,500	Comercial	Fraude
6	06/22/1990	\$ 30,000	Corretaje	Competencias
7	02/20/1991	\$ 3,830	Corretaje minorista	Competencias
8	03/22/1991	\$ 15,000	Administración de Activos	Competencias
9	07/26/1991	\$ 45,000	Corretaje minorista	Fraude
10	02/05/1992	\$ 30,000	Corporativo	Competencias
11	03/27/1992	\$ 8,000	Administración de fondos	Competencias
12	03/27/1992	\$ 18,600	Corretaje	Fraude
13	07/27/1992	\$ 163,000	Corporativo	Fraude
14	02/18/1994	\$ 1,200	Corretaje	Fraude
15	03/31/1994	\$ 100,000	Suscripción	Fraude
16	04/15/1994	\$ 221,000	Corporativo	Fraude
17	05/02/1994	\$ 430,000	Corretaje	Fraude
18	08/25/1994	\$ 72,000	Administración de fondos	Fraude
19	10/10/1994	\$ 20,000	Corretaje	Fraude
20	12/19/1994	\$ 390,000	Suscripción	Competencias
21	06/20/1995	\$ 80,000	Administración de Activos	Fraude
22	02/10/1992	\$ 77,500	Suscripción	Fraude
23	09/16/1992	\$ 42,000	Corretaje	Fraude
24	10/07/1992	\$ 7,000	Corretaje	Fraude
25	02/26/1993	\$ 2,000	Corretaje minorista	Fraude
26	03/04/1993	\$ 91,000	Corretaje minorista	Fraude
27	07/15/1993	\$ 371,000	Corretaje minorista	Fraude
28	08/18/1993	\$ 55,000	Banca minorista	Fraude
29	10/14/1993	\$ 33,000	Administración de fondos	Fraude
30	10/19/1993	\$ 30,000	Corporativo	Competencias

Tabla 2.7 (continuación)

31	10/21/1993	\$ 10,000	Administración de fondos	Competencias
32	06/19/1995	\$ 750	Suscripción	Competencias
33	08/10/1995	\$ 1,400	Corretaje	Fraude
34	08/15/1995	\$ 1,350	Corretaje	Fraude
35	10/09/1995	\$ 5,500	Banca minorista	Fraude
36	10/27/1995	\$ 24,000	Corretaje	Fraude
37	11/19/1998	\$ 100,000	Mercado de Capitales	Procesos
38	01/01/1993	\$ 157,000	Mercado de Capitales	Procesos
39	01/01/1994		Mercado de Capitales	Procesos
40	06/02/1988	\$ 105,000	Comercial	Procesos
41	03/30/1990	\$ 56,000	Corretaje	Procesos
42	04/11/1990	\$ 370,500	Corretaje minorista	Procesos
43	09/26/1990	\$ 800	Corretaje minorista	Procesos
44	10/22/1990	\$ 1,250	Corretaje minorista	Procesos
45	02/18/1991	\$ 507	Corretaje minorista	Procesos
46	09/30/1991	\$ 1,500	Comercial	Procesos
47	12/09/1991	\$ 41,100	Suscripción	Procesos
48	02/03/1992	\$ 100	Comercial	Procesos
49	04/02/1992	\$ 137,000	Corretaje	Procesos
50	10/19/1993	\$ 30,000	Corporativo	Procesos
51	05-nov	\$ 6,000	Corretaje minorista	Procesos
52	12/01/1993	\$ 30,000	Corretaje minorista	Procesos
53	01/05/1994	\$ 25,000	Administración de fondos	Procesos
54	01/05/1994	\$ 32,000	Corretaje	Procesos
55	07/19/1994	\$ 30,000	Corretaje minorista	Procesos
56	08/22/1994	\$ 28,000	Suscripción	Procesos
57	09/13/1994	\$ 63,000	Corporativo	Procesos
58	11/01/1994	\$ 14,000	Corretaje minorista	Procesos
59	01/06/1995	\$ 3,640	Mercado de Capitales	Procesos
60	01/31/1995	\$ 1,000	Corporativo	Procesos
61	02/08/1995	\$ 3,200	Mercado de Capitales	Procesos
62	02/14/1995	\$ 1,000	Mercado de Capitales	Procesos
63	03/02/1995	\$ 7,000	Mercado de Capitales	Procesos
64	03/02/1995	\$ 7,000	Mercado de Capitales	Procesos
65	07/28/1995	\$ 200,000	Corretaje minorista	Procesos
66	09/07/1995	\$ 2,500	Suscripción	Procesos
67	12/09/1995	\$ 30,000	Mercado de Capitales	Procesos
68	01/01/1996	\$ 1,000	Corretaje minorista	Estrategia
69	03/01/1995	\$ 6,900	Desconocido	Estrategia
70	10/01/1990	\$ 27,400	Banca	Estrategia

**Tabla 2.7 (continuación)**

71	01/01/1997	\$ 2,700	Mercado de Capitales	Estrategia
72	11/19/1998	\$ 123,000	Mercado de Capitales	Estrategia
73		\$ 50,000	Mercado de Capitales	Estrategia
74	11/01/1996	\$ 176,100	Empresa	Estrategia
75	04/01/1992	\$ 157,000	Empresa	Estrategia
76	05/01/1992	\$ 124,000	Empresa	Estrategia
77	12/01/1993	\$ 107,300	Empresa	Estrategia
78	01/01/1997	\$ 105,000	Empresa	Estrategia
79	10/01/1994	\$ 89,500	Empresa	Estrategia
80	01/01/1997	\$ 81,500	Empresa	Estrategia
81	07/01/1991	\$ 66,000	Empresa	Estrategia
82	06/01/1995	\$ 50,000	Empresa	Estrategia
83	03/01/1993	\$ 45,000	Empresa	Estrategia
84	01/01/1999	\$ 1,540	Mercado de Capitales	Sistemas
85	11/19/1998	\$ 200,000	Mercado de Capitales	Sistemas
86	11/19/1998	\$ 350,000	Mercado de Capitales	Sistemas
87	03/19/1992	\$ 995	Mercado de Capitales	Sistemas
88	11/19/1998	\$ 126,000	Mercado de Capitales	Sistemas
89	11/19/1998	\$ 2,600,000	Mercado de Capitales	Sistemas

## 2.6. RESUMEN

Con el aumento de la complejidad y el volumen de las transacciones, las instituciones financieras se han vuelto aún más vulnerables a grandes pérdidas. Las pérdidas más grandes se producen durante largos períodos de varios meses o incluso varios años. Dado que errores muy pequeños pueden conducir a pérdidas muy grandes, las instituciones financieras necesitan enfoques especiales a los controles que, pese a basarse en ellos, deben necesariamente diferir de los conceptos tradicionales de control de calidad, debido a los mayores requerimientos de los muy bajos fallos para los procesos. La eliminación de los pequeños errores también debe tener obvios "efectos secundarios", tales como la reducción de las pérdidas pequeñas.

Este capítulo introduce algunos esquemas de categorización de resultados como antecedentes para la definición del problema y la motivación para hacer frente a los riesgos operativos. Algunos ejemplos de pérdidas famosos y muy grandes fueron utilizados para demostrar cómo el esquema de categorización podría ser aplicado y cómo éste facilita la discusión sobre este tema. Otras pérdidas importantes, pero no tan famosas, también se presentaron porque demuestran cómo las pérdidas, incluso en la limitada definición de riesgo operacional, pueden constituir una cantidad importante para muchas instituciones financieras. Las fallas para supervisar, controlar y gestionar el riesgo asociado con el proceso operativo pueden afectar en una gran forma las ganancias. Es mucho más probable que el ladrón de bancos moderno utilice una computadora y que haga parte del personal de banco. Por lo tanto, los bancos deben tener sistemas de

control suficientes para evitar este tipo de pérdidas, o al menos una forma efectiva para detectarlas rápidamente a fin de minimizar su gravedad. Algunos puntos importantes a tener en cuenta son los siguientes:

- La historia muestra que el riesgo asociado con el proceso operacional puede producir la quiebra de un banco.
- Los esquemas de atribución de pérdidas ayudan a identificar y resolver las averías en los sistemas operativos y los controles.
- Suficientes sistemas de control operacional reducen la vulnerabilidad a grandes pérdidas.
- Las grandes pérdidas se originan a partir de otras más pequeñas.

## 2.7. LECTURA ADICIONAL

Diarios y revistas financieras, realizan frecuentemente artículos sobre riesgo operacional. También hay algunas revistas y boletines informativos que se centran en los riesgos, incluyendo: *"Risk Magazine"* and *"Operational Risk Manager"*.

**SECCIÓN II**  
**MEDICIÓN DEL**  
**RIESGO**  
**OPERACIONAL**

## 4. UN MARCO DE MEDICIÓN PARA EL RIESGO OPERACIONAL

### 4.1. INTRODUCCIÓN

Un marco de trabajo crea el ambiente necesario para la gestión del riesgo operacional de una manera sistemática. El riesgo operacional se refiere al riesgo para el desempeño de la empresa debido a la forma en que la empresa *opera* en oposición a la forma en que la empresa se *financia*. Los gerentes operativos, en el curso normal de sus tareas de gestión, se enfrentan a desviaciones negativas de desempeño esperado y las consecuencias relacionadas. En este sentido, el riesgo operativo es muy familiar para ellos. Sin embargo, muchas empresas no tienen en cuenta el riesgo operativo de una manera sistemática. En su lugar, hacen frente a los problemas que puedan ocurrir (a menudo después de un evento catastrófico) y basan sus decisiones en las impresiones generales de dichas situaciones y eventos. Esto puede resultar en un rendimiento inconsistente y en ingresos "sorpresa" para los accionistas de la empresa. Los recientes esfuerzos para gestionar el riesgo operacional han luchado contra la falta de información objetiva y relevante para la medición, la cual se utilizará para la toma de decisiones. Esto ha dado lugar a discusiones acerca de qué medir y cómo medirlo. De hecho, las definiciones básicas de riesgo operacional han sido objeto de debate, así como las metas para su medición. Un marco de trabajo se ocupa de estas cuestiones, proporcionando un conjunto de supuestos, definiciones y la metodología de medición del riesgo operacional.

Este capítulo comienza presentando los criterios de un marco, y revisando y evaluando varios enfoques existentes para el riesgo operacional dentro de ese contexto. A continuación, se introduce un marco para la medición y modelización del riesgo operacional, que combina un modelo de negocio básico con una nueva metodología de medición llamada Delta-EVT. Se proporciona una discusión de las dos técnicas analíticas que comprenden la Delta-EVT y su enfoque de combinación. Conectado a esto, se da una lista y una descripción de las medidas de salida disponibles, seguido de un resumen de cómo Delta-EVT satisface tanto los criterios de un marco operacional como también proporciona un medio para obtener los beneficios de la gestión del riesgo operacional. Después, se describen los cinco pasos básicos para la aplicación del marco en el contexto de las finanzas. El capítulo concluye con un breve resumen.

### 4.2. CRITERIOS DEL MARCO

Basándose en las ideas de la seguridad nuclear (por ejemplo Cacciabue y Papazoglou 1996) que se han adoptado y adaptado en la auditoría financiera y el gobierno corporativo (por ejemplo COSO 1992), un marco eficaz ofrece la posibilidad de:

- Identificar los riesgos importantes para la empresa;
- Clasificar los riesgos como controlables e incontrolables;
- Identificar las causas de los riesgos controlables;
- Asignar los riesgos incontrolables a las categorías de mitigación, y
- Proporcionar medidas de retroalimentación sobre los cambios en los riesgos y relacionarlos con acciones de gestión.

El objetivo de la gestión del riesgo operacional es decidir qué riesgos son importantes para la empresa, y luego aceptar, controlar o mitigar ellas de acuerdo con la estrategia de riesgos de la empresa. Un marco permite la gestión para identificar los riesgos, clasificarlos, y tomar las medidas oportunas, y apoya la gestión, proporcionando la arquitectura y los requisitos para los sistemas y procesos necesarios para medir y modelar el riesgo operacional. Buenas medidas de riesgo operacional proporcionan información coherente para la gestión, la financiación y la regulación de la empresa. No es descabellado suponer que la administración decidirá ejercer el control sobre el riesgo operacional en la medida posible y aceptará o mitigará aquellos riesgos que no sean controlables. Sin embargo, con el fin de identificar los riesgos importantes una capacidad de medición se necesita que pueda proporcionar medidas relativas de una amplia gama de cambios en los ingresos. Por lo tanto, un marco para la gestión efectiva del riesgo operacional deberá proveer una medida que tenga una relación definida con un factor de riesgo que pueda ser asignado como controlable o incontrolable. Esto permite a la administración determinar una intervención adecuada para los riesgos controlables, centrándose en sus causas, y mitigando los efectos de los riesgos incontrolables a través de medidas financieras o planes de contingencia. Además, la medida debe estar relacionada con las medidas adoptadas o planificadas de modo que se proporcione una retroalimentación para apoyar las decisiones.

#### 4.3. ENFOQUES DEL MARCO ACTUAL

En la actualidad, existen varios enfoques existentes y propuestas a un marco de riesgo operacional dirigido a satisfacer los criterios anteriores. Cuatro de los más conocidos son:

1. Autoevaluación de control
2. Proceso de análisis
3. Clasificación de la pérdida
4. Análisis de rendimiento

Cada marco es tratado brevemente y se compara con los criterios; y luego se presenta un conjunto general de las conclusiones.

**1. Autoevaluación de control:** Uno de los métodos más populares para el establecimiento de un marco de riesgo operacional utiliza la técnica de autoevaluación de control. En este enfoque, un cuestionario o una serie de talleres se utilizan para identificar los riesgos importantes para la empresa, pidiendo a los responsables dentro de la empresa evaluar subjetivamente diferentes partes de la organización y sus características. La autoevaluación de control es generalmente respaldada por los auditores y ha sido promovida por los reguladores como la principal herramienta para cumplir con las pautas de gobierno corporativo. Se ha implementado de alguna forma por muchas empresas financieras. En la Figura 4.1 se da un ejemplo de un marco de autoevaluación de control mostrando las principales categorías incluidas.

En el marco de autoevaluación de control, las categorías corresponden generalmente a los departamentos o funciones dentro de la organización. Para cada categoría, se contestan preguntas específicas para profundizar en los riesgos asociados y su gravedad. El tipo de preguntas que podrían incluirse se muestra en el ejemplo para la autoevaluación de control en el área de operaciones (Figura 4.2).

El scoring es típicamente una suma de los valores en orden jerárquico para la pregunta (escala de Likert), pero el beneficio principal es la identificación de zonas de alto riesgo y el seguimiento de las acciones para reducir los riesgos. Las autoevaluaciones de control se basan principalmente en la información subjetiva recopilada con poca frecuencia (generalmente anual). Estos defectos (así como muchos problemas con el sesgo) hacen difícil su uso para el ajuste de control, evaluación de desempeño de gestión, o la asignación de capital. La autoevaluación de control es más eficaz en la identificación de riesgos importantes para la empresa, pero generalmente tiene dificultades para satisfacer los demás criterios.

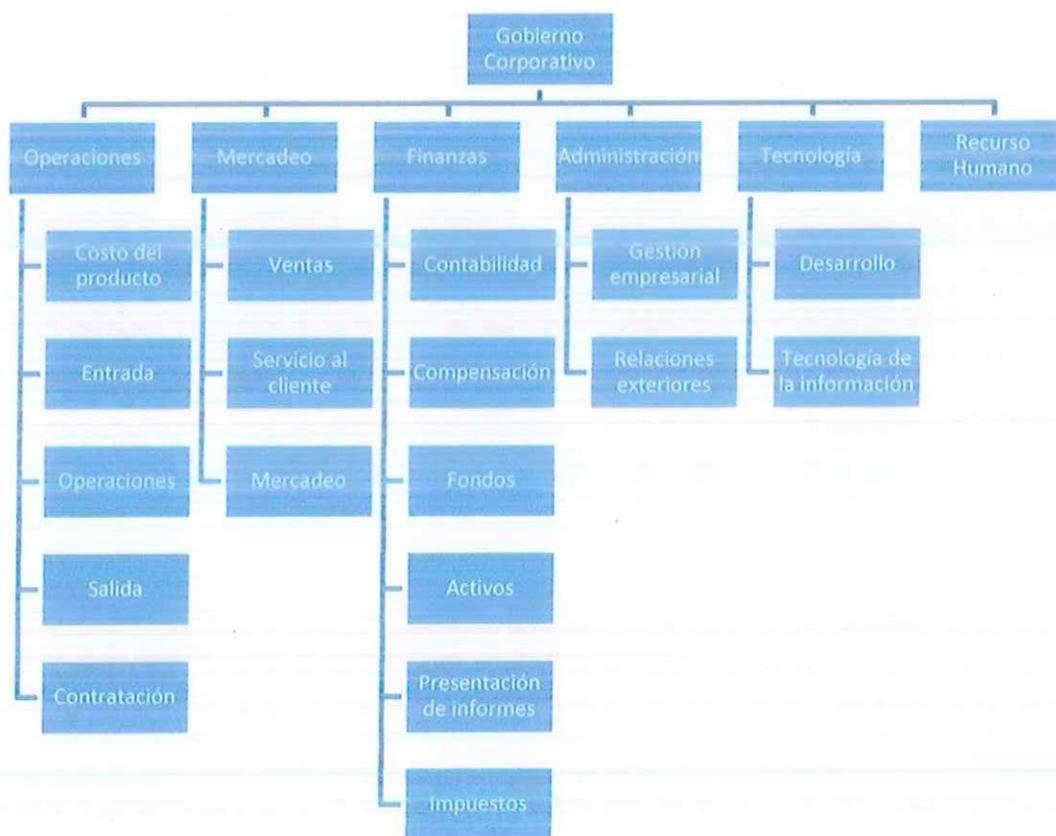


Figura 4.1 Ejemplo de un marco de autoevaluación de control para identificar y clasificar los riesgos

### Autoevaluación de Control

Área: Operaciones

Actividad: Gestión y Planificación de Operaciones

1. ¿La compañía usa documentos estándar para preparar y comunicar el pronóstico de ventas?

Siempre  Generalmente  Usualmente  Algunas veces  Nunca

2. ¿Están aprobados los programas de producción?

Siempre  Generalmente  Usualmente  Algunas veces  Nunca

3. ¿Los incidentes relacionados con insuficiencias o excesos de inventario de materia prima son monitoreados y reportados?

Siempre  Generalmente  Usualmente  Algunas veces  Nunca

Figura 4.2 Ejemplos de preguntas para la autoevaluación de control en el área de operaciones

**2. Proceso de análisis.** Un segundo enfoque para identificar y cuantificar el riesgo operacional es el análisis de procesos. En este método, los procesos operativos de la empresa se analizan a nivel de tarea con el fin de determinar el posible riesgo de errores en los procedimientos, su ejecución, y en los controles asociados con el proceso. Se utilizan diagramas detallados de las tareas de los procesos y controles para elaborar una lista de los puntos clave de control y los riesgos relacionados con el proceso. Los procedimientos sirven de guía para el desempeño de las tareas y controles en el proceso. Un ejemplo de un diagrama de proceso se muestra en la Figura 4.3.

El análisis de procesos resulta especialmente útil cuando se trata de la reingeniería de un proceso o una revisión de sus controles. Proporciona una visión general y el diseño para la escritura de los procedimientos correspondientes. Puesto que es una descripción muy detallada de un proceso complejo, que resulta en una gran cantidad de volumen para una organización grande (cientos de diagramas con decenas de funciones y controles en cada uno). Este nivel de documentación detallada es difícil de mantener y utilizar con eficacia para la gestión de riesgos. El análisis del proceso carece de buenas medidas para la retroalimentación cuantitativa, y por lo general se basa en la evaluación subjetiva como resultados de la auditoría. Es capaz de identificar, clasificar y determinar las causas de los riesgos asociados a los procesos, pero dice poco acerca de los riesgos fuera del proceso y no proporciona información de medición objetiva y relevante para la gestión.

**3. Clasificación de pérdidas:** Un tercer enfoque para la gestión del riesgo es la clasificación de pérdidas. En este enfoque, las pérdidas operativas se introducen en una base de datos junto con una explicación de la pérdida y la atribución a una categoría de pérdidas. Para empezar una base de datos de pérdida, se necesita un modelo de datos para las pérdidas, y hay varios disponibles (por ejemplo, BBA 2000). Es necesario el

análisis detallado para asegurar que las categorías puedan ser utilizadas para la medición del riesgo (es decir, las categorías deben constituir un conjunto de clasificaciones mutuamente excluyentes y exhaustivas para el riesgo si el análisis ha de resultar en una medida coherente). Lo ideal sería que las categorías se organizarán de modo que todas las pérdidas encajaran y pudieran ser agregadas en una sola y única categoría. Sin embargo, suele ocurrir que las categorías se superponen y que algunas pérdidas no encajan bien en ninguna de las categorías definidas. Un ejemplo de un modelo de datos para la clasificación de pérdidas se presenta en la Tabla 4.1.

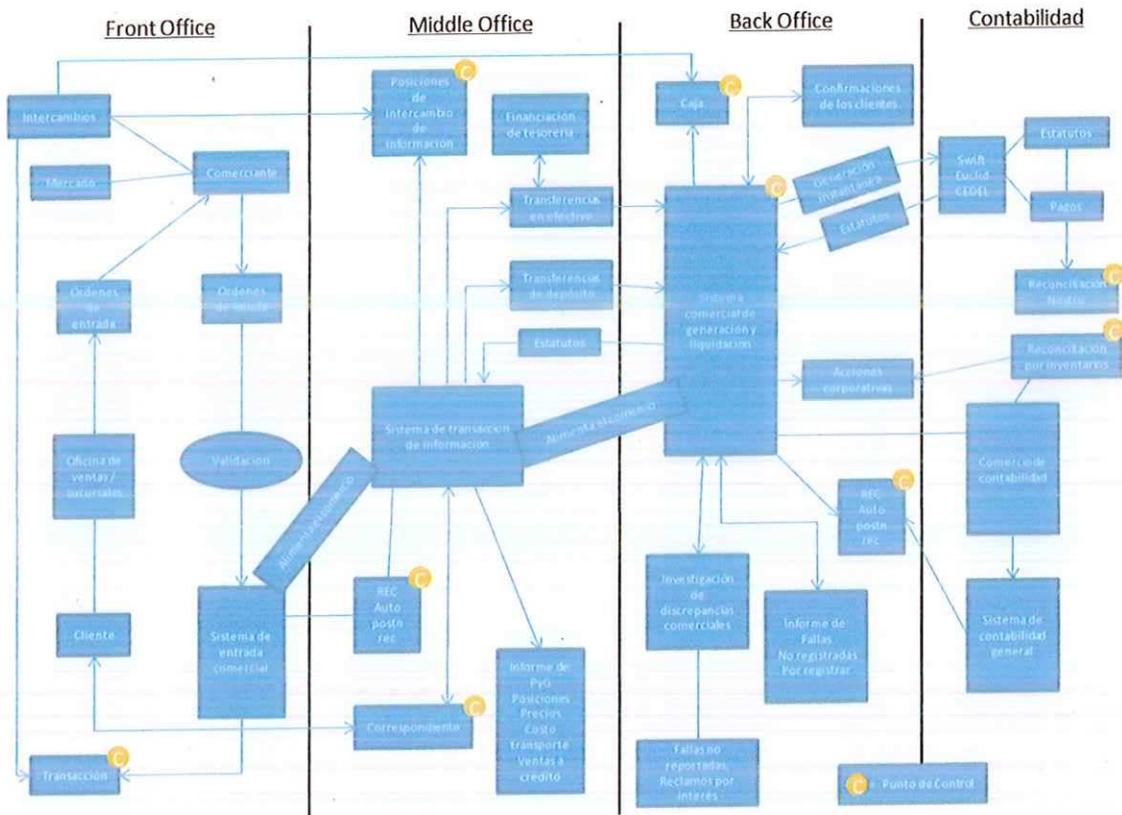


Figura 4.3 Ejemplo de diagrama de procesos para las operaciones de banca de inversión

Tabla 4.1 Ejemplo de un modelo de datos para clasificación de pérdidas

Clasificación de pérdidas por riesgo operacional (nivel superior)
1. Personas
2. Material
3. Tecnología
4. Procesos
5. Externo

Es fácil ver que estas categorías conducirán probablemente a la superposición de las pérdidas. Por ejemplo, un evento de pérdida común tal como una liquidación o conciliación consiste en que una persona comete un error en de entrada que no fue detectado por el programa de software de control y resulta en una pérdida para el proceso. La pérdida podría ser registrada en la categoría «Personas» por error a la entrada, «Tecnología» debido al mal control de la entrada, o «Proceso» debido a la falta de controles y controles adicionales para evitar la pérdida de tal error. Este tipo de superposición entre las categorías será dominante en tales sistemas. Perfeccionar las categorías a un nivel más detallado consiste en incitar a superposiciones más complejas dentro de las categorías y entre los niveles de detalle de las categorías. Por ejemplo, «legal» podría aparecer como una subcategoría bajo prácticamente ninguna de las categorías más altas en las jurisdicciones de derecho inglés. La superposición entre categorías puede dar lugar a "doble contabilización" y hacer que la asignación de la medición del riesgo difícil. Muchas bases de datos de pérdida externos carecen de la transparencia necesaria para un análisis completo, y es probable que sufran el problema de la superposición mismo. Sin una cuenta estándar (como GAAP) a las pérdidas, la pérdida de una base de datos se debe utilizar con cuidado. La pérdida de clasificación puede proporcionar una medida objetiva de la retroalimentación (la cantidad perdida), pero sólo puede identificar las pérdidas que han ocurrido y tiene dificultades con su asignación a las diversas categorías y con la determinación de las causas por las razones expuestas.

**4. Análisis de rendimiento:** Un cuarto enfoque para el desarrollo de un marco de riesgo operacional es a través del análisis de rendimiento. En este enfoque, las medidas de desempeño de las empresas se utilizan para desarrollar medidas de riesgo asociados. El razonamiento es que si las medidas de rendimiento reflejan la relación causa-efecto entre las actividades económicas y las ganancias de la empresa, entonces una medida de volatilidad para la medida de rendimiento reflejará la relación causa-efecto entre las actividades comerciales y el riesgo de las ganancias. Los modelos de rendimiento para la empresa, tales como la cadena de valor (Porter 1985) y el Balanced Scorecard (Kaplan y Norton, 1996) ofrecen un enfoque generalmente aceptado para medir el rendimiento de la empresa a través de medidas basadas en la causalidad. El análisis de la cadena de valor identifica los principales procesos que agregan valor a la empresa (Modelo 1, Figura 4.4), y el Balanced Scorecard (Modelo 2, cuadro 4.2) ofrece las categorías de medición (se muestra para el nivel superior únicamente).



Figura 4.4 Modelo 1: Procesos de valor agregado de la empresa basado en la Cadena de Valor de Porter (1985)

Tabla 4.2 Modelo 2: Clasificación de alto nivel para las medidas de rendimiento para el Balanced Scorecard (Kaplan y Norton 1996), reproducido con permiso...

Categorías de medición del Balanced Scorecard
1. Financiero
2. Cliente
3. Interno
4. Aprendizaje y Crecimiento

Estos dos modelos son utilizados en un gran número de empresas y han demostrado su eficacia en una variedad de tipos de negocios. Su uso para la medición del riesgo proporcionaría coherencia entre el rendimiento y el riesgo. Sin embargo, se centran en los niveles de rendimiento de los controladores que generen ganancias, no en la variabilidad de los factores de riesgo que pueden causar pérdidas. Y debido a que están destinados a ser usados colectivamente y no agregados también sufren el mismo problema de la superposición de categorías como modelos de pérdida. En la práctica, las medidas de rendimiento actuales en las empresas financieras pueden no ser suficientes y este enfoque exigiría una revisión de la medición del rendimiento dentro de la firma antes que la medición del riesgo pudiera comenzar. Para las empresas cuyo objetivo es lograr medidas de rendimiento ajustadas al riesgo, el problema de la medición del riesgo es parte de la medición del rendimiento también. Aunque la medición del rendimiento es un método probado para la medición y control, es difícil utilizarlo como un enfoque para identificar riesgos para la empresa debido al enfoque en las ganancias.

En general, se puede extraer la siguiente conclusión. A pesar que todos los enfoques antes mencionados para un marco de riesgo operacional tienen sus partidarios y son útiles en aplicaciones específicas, ninguno de ellos es capaz de proporcionar una medida objetiva, relevante para el riesgo operativo que cumpla con los criterios establecidos anteriormente. Específicamente el enfoque de la autoevaluación de control carece de objetividad y puntualidad necesarias para la retroalimentación de gestión. El análisis del proceso no contempla los riesgos incontrolables, y la clasificación de pérdidas no permite identificar adecuadamente las causas con el fin de proporcionar apoyo a las decisiones. El análisis de rendimiento nos lleva a preguntarnos si se asume que un marco global ya existe y establecer el foco en los niveles de ganancias de los controladores de rendimiento en lugar de en la variabilidad de los factores de riesgo. Lo que se necesita es un marco para la medición del riesgo operacional que incluya una metodología que aborde tanto riesgos controlables e incontrolables, que proporcione una medida objetiva y que conecte el riesgo controlable a causas que pueden servir como base para la intervención de la administración. Dicho marco es presentado y descrito en las siguientes secciones, comenzando con un conjunto de supuestos básicos que se pueden adoptar como norma común, y seguido por las definiciones utilizadas en la descripción del marco.

#### 4.4. SUPUESTOS DEL MARCO ACTUAL

El marco de medición del riesgo operacional presentado en este capítulo se basa en los siguientes seis supuestos:

**Supuesto 1:** *La gestión del riesgo operacional beneficia a todas las partes interesadas en la empresa.*

Existe un acuerdo general en las empresas que la gestión de riesgo operacional es, en principio, una buena cosa. Los debates suelen centrarse en el enfoque. Sin embargo, algunos de los supuestos básicos sobre los beneficios de un enfoque eficaz para la gestión de riesgos operacionales deben ser declarados. En el contexto de las instituciones financieras, se esperan los siguientes beneficios de la gestión de efectiva del riesgo operacional:

1. Las ganancias de la empresa individual son más estables, lo que aumenta el valor de la empresa para los accionistas y dando un mayor control sobre la gestión de la volatilidad de los ingresos y el rendimiento con el fin de alcanzar los objetivos de la empresa y seguir siendo competitivos.
2. El sistema financiero es más seguro y menos propenso a graves perturbaciones, (beneficiando las economías mundiales) y los depositantes tienen más seguridad de que sus fondos permanezcan disponibles durante períodos muy largos (las instituciones fallan menos).
3. Los reguladores son capaces de gastar más tiempo en la mejora cualitativa de las operaciones financieras (en lugar de suficiencia de capital).

**Supuesto 2:** *Con el fin de gestionar correctamente el riesgo operativo, se necesita un sistema de medición que vincule causalmente las operaciones de la empresa a la volatilidad de los ingresos.*

El comportamiento debe ajustarse mediante acciones específicas que se han diseñado para administrar el riesgo operacional con el fin de lograr los beneficios potenciales. La medición es esencial en el desarrollo de las herramientas y técnicas de control del riesgo operacional, ya que proporciona la información para determinar la eficacia de las acciones que se toman. Medidas inexactas o irrelevantes pueden invocar el comportamiento perverso y reducir los posibles beneficios de la gestión del riesgo operacional. Simples medidas económicas para el riesgo, que se basan en los activos o gastos, no satisfacen este requisito ya que el objetivo de la gestión del riesgo no es la reducción de costos, pero sí reducir el riesgo (es decir, la volatilidad de los ingresos). Aunque los costos o activos pueden variar a lo largo de las ganancias, para algunas empresas durante algunos períodos, puede ser difícil establecer un vínculo causal entre los costos o activos y la volatilidad de los ingresos. Con el fin de aumentar el compromiso y afectar el riesgo operacional, la administración de las empresas debe tener una comprensión clara y evidencia de la relación entre las actividades y medidas de riesgo.

**Supuesto 3:** *Una medida del riesgo operacional deberá ser capaz de reflejar la variabilidad de los ingresos como consecuencia de las pérdidas debidas a los errores y omisiones, interrupciones en los controles y acontecimientos únicos, lo que refleja las dos categorías (a) de alta frecuencia, eventos de bajo impacto que se esperan y causan pérdidas operacionales y (b) de baja frecuencia, eventos de alto impacto que ocurren inesperadamente y ocasionar pérdidas extraordinarias o excesivas.*

Una de las dificultades que plantea el riesgo operacional es el aspecto bidimensional de las pérdidas. Las empresas están familiarizadas con las pérdidas de alta frecuencia y pueden ser capaces, en general, de tomar medidas para reducirlas. Pero una contabilidad apropiada para un gran volumen de pérdidas pequeñas es difícil, pues buena información

de la pérdida no está disponible generalmente. Las pérdidas de baja frecuencia y de gran impacto vienen de fallas en los controles o de eventos externos que en su mayoría son incontrolables para la gestión de la empresa, por lo que es difícil para la administración aceptar la responsabilidad por ellos. Aunque este problema es abordado, los eventos poco comunes son tan poco frecuentes que la información de la pérdida tampoco está disponible habitualmente. Se ha invertido mucho esfuerzo en tratar de entender y predecir eventos raros, haciendo caso omiso de las pérdidas de alta frecuencias y bajo impacto por ser demasiado pequeñas como para preocuparse o que ya han sido incluidas en las metas de desempeño. Aquí yace un argumento más sutil en cuanto a la gestión del riesgo operacional: ¿Por qué tratar de lidiar con algo que es demasiado pequeño como para preocuparse o tan poco frecuente como para ser impredecible?

**Supuesto 4:** *La cantidad de control en una empresa se refleja en la combinación de la pérdida controlable derivada de los errores u omisiones (por lo general eventos de bajo impacto y alta frecuencia) y la pérdida incontrolable que resulta de las excepciones, averías de control y los eventos raros (generalmente eventos de baja frecuencia y de alto impacto).*

Esta suposición implica que hay una cantidad "normal" de pérdida operativa, y que estas pérdidas son predecibles y controlables. Además, también hay pérdidas excesivas sobre las que la administración tiene poco o ningún control. Sin embargo, los acontecimientos de gran repercusión pero poco comunes, posiblemente ocurrirán más a menudo si la administración ha implementado un menor número de controles efectivos en la empresa. La clasificación de pérdidas operativas y exceso de pérdida se refiere a las predicciones de la empresa de los errores y omisiones y a las rupturas en los controles, respectivamente. Por un lado, la administración podría argumentar que no tienen la intención de eliminar, sino más bien controlar las pérdidas de modo que hay una cantidad previsible de pérdidas incluida en el costo de hacer negocios y se refleja en las metas de desempeño. Por otra parte las pérdidas grandes son a menudo el resultado de una muestra muy amplia de tasas de error muy pequeño o combinación de errores. Esto implica que la aceptación de una mayor cantidad de "pérdidas normales" se traducirá en una mayor posibilidad de "sucesos poco comunes".

**Supuesto 5:** *Las pérdidas operacionales son el resultado de factores causales en las actividades de los procesos de adición de valor y debe predecirse utilizando una técnica que incorpora estos factores en el modelo.*

Las causas de las pérdidas operativas son errores u omisiones en las actividades asociadas a los procesos que agregan valor. Estas pérdidas pueden predecirse basadas en las técnicas de propagación de error utilizando el método Delta donde la incertidumbre en los factores relacionados se propaga a las ganancias utilizando sensibilidades. Este enfoque se basa en la variación esperada, el fundamento de la teoría del portafolio (Elton y Gruber, 1991), y proporciona una base para determinar los efectos de la intervención de la administración. Puesto que las pérdidas operacionales tienen una frecuencia relativamente alta, una técnica basada en factores tales como el método Delta se aplica fácilmente y proporciona buenas estimaciones.

**Supuesto 6.** *Las pérdidas excesivas resultan de acontecimientos poco comunes o fallos de control y no están relacionados con los factores causales de las actividades de los procesos que agregan valor. Deben ser analizados mediante un enfoque que combina los*

*eventos internos reales, eventos externos y cuasi accidentes en escenarios plausibles de los fenómenos extremos.*

Grandes pérdidas derivadas de acontecimientos raros ocurren con poca frecuencia (de ahí el término "poco comunes") y la construcción de modelos a partir de tales datos dispersos es difícil utilizando los métodos tradicionales. También puede ser difícil de establecer relevancia para los eventos conocidos debido a cambios en el medio ambiente que han tenido lugar desde el evento y las diferencias entre las operaciones de los eventos externos. Por último, la integridad de un evento de pérdida grande será cuestionable debido a la falta de divulgación, base para la atribución y las diferencias en la semántica para detalles como la cantidad de la pérdida, la fecha de la pérdida, y las causas de la pérdida. Por estas razones, la información acerca de los eventos de grandes pérdidas debe ser utilizada para desarrollar escenarios claros e informativos que sean comprensibles y relevantes para la firma. Dado un conjunto de escenarios plausibles y sus pérdidas asociadas, la teoría del valor extremo (EVT) se puede utilizar para generar una distribución de probabilidad para grandes pérdidas que es necesaria para la medición del riesgo. La EVT está bien establecida en la ingeniería (Castillo 1988) y se ha aplicado a los seguros (Embrechts et. al 1997). Dado que esta técnica sólo se refiere a las colas de las distribuciones, es bien adaptada al exceso de pérdida.

#### **4.5. DEFINICIONES DEL MARCO**

Además, un conjunto de definiciones básicas para el riesgo operativo también debe existir. Las definiciones para el propuesto marco de medición del riesgo operacional son las siguientes:

- Unidad de negocio: Una unidad en una empresa que produce un estado de ganancias y pérdidas u otra medida clara del rendimiento.
- Ingresos: Una medida de la rentabilidad financiera por la empresa. Las medidas típicas son el beneficio neto, el beneficio antes de impuestos, el retorno sobre el capital, el retorno sobre los activos netos y el valor agregado del accionista.
- Factor Causal: Un factor cuyo valor afecta los ingresos. Un cambio en el factor causal causará un cambio en las ganancias.
- Controlador de rendimiento: Un factor causal que crea un cambio en los ingresos por un cambio en el factor.
- Factor de riesgo: Un factor causal que crea un cambio en las ganancias por un cambio en el factor y tiene una incertidumbre aleatoria asociada a él.
- Proceso de valor agregado: Elementos básicos mediante el cual una empresa crea un producto valioso para sus clientes.
- Pérdida: Un cambio negativo en las ganancias, o en general una desviación negativa en el rendimiento.
- Pérdida asignable: Una pérdida que puede ser explicada por un factor de riesgo de un proceso.
- Pérdida no asignable: Una pérdida que no puede ser explicado por un factor de riesgo.
- Pérdida Controlable: Una pérdida causada por un factor de riesgo que la administración ha decidido se pueden abordar.
- Pérdida incontrolable: Una pérdida asignable o no asignable que la administración ha decidido no abordar.

- Errores y omisiones: Desviaciones respecto de las normas, procedimientos o actividades planificadas.
- Control de fallas: Falta de un control para ser eficaz en la limitación de las pérdidas a pesar de que cubre el evento.
- Pérdida de modelos: Los modelos basados en datos de pérdidas. Los modelos de pérdida suele separar la frecuencia y la gravedad de las pérdidas y analizar cada uno estadísticamente (aunque no necesariamente).
- Los modelos causales: Los modelos basados en factores causales. Los modelos causales utilizan la relación entre el factor y ganancias para estimar los valores de las ganancias de los valores de los factores.

#### 4.6. UN MARCO PARA LA MEDICIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL

Un marco propuesto para la medición del riesgo operacional se introduce ahora. El marco utiliza un modelo de negocio y una metodología de medición para medir el riesgo operacional. El modelo de negocio define la unidad de análisis y los factores para la medición y el modelado. La metodología de medición proporciona una manera de calcular las medidas de riesgo. Los modelos vinculan los cálculos para el negocio de una forma más útil para la empresa. El marco propuesto para la medición del riesgo operacional se muestra en la Figura 4.5, y se explica en la discusión a continuación. Las flechas discontinuas representan el camino de medición tradicional de evolución de los resultados que se centra en motores de rentabilidad y los aumentos en los ingresos, que no es el tema central de este libro. Las flechas de trazo grueso indican el camino para el riesgo operativo que se analizará, incluyendo los factores de riesgo, las pérdidas y la volatilidad de los ingresos.

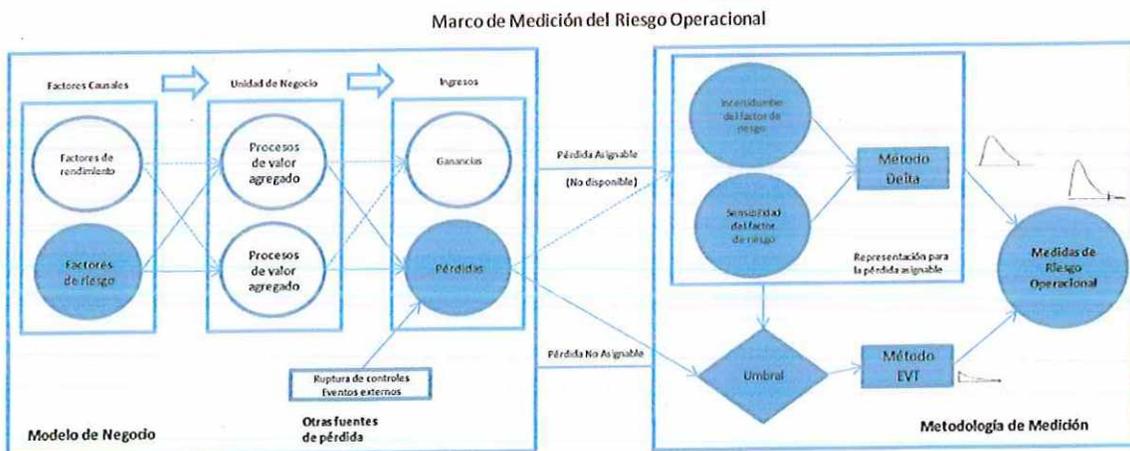


Figura 4.5 El Marco de Medición de Riesgo Operacional consiste en un modelo de negocio y una metodología de medición.

##### 4.6.1. Modelo de Negocios

El modelo de negocio para el marco de medición del riesgo operativo utiliza los procesos de valor agregado de la unidad de negocio como la unidad de análisis para la medición del riesgo operacional, como se muestra en la Figura 4.6. Una empresa se compone de

unidades de negocio que tienen procesos de valor agregado. Los procesos de valor agregado se definen como los componentes básicos mediante los cuales una empresa crea un producto valioso para sus clientes. Una actividad en el proceso de valor agregado emplea insumos comprados, recursos humanos, capital, y alguna forma de tecnología para realizar su función (Porter, 1985). Dado que una unidad de negocio tiene informes de pérdidas y ganancias (por definición), sus procesos de valor agregado son los componentes clave que conforman la ganancia y la pérdida para la unidad de negocio. Para cada proceso de valor agregado una cifra de ganancias está disponible, que se basa en los factores causales para el negocio. Los factores causales se definen como factores cuyos valores tienen un impacto sobre las ganancias. Están compuestos por controladores de desempeño y factores de riesgo. El camino de medición tradicional de evolución de los resultados se centra en los controladores de rendimiento, o aquellos factores que generan aumentos en los ingresos, y el interés se centra en el nivel de ingresos. Pero la medición del riesgo operacional hace frente a factores de riesgo que dan lugar a pérdidas para los procesos de valor agregado y a las medidas de la variabilidad de los ingresos debido a estas pérdidas. Este punto es tan fundamental para la idea de la medición del riesgo operacional que establece de nuevo:

*La medición del riesgo operacional utiliza los factores de riesgo, que son los factores causales que generan pérdidas con una incertidumbre aleatoria, para medir la variabilidad de los ingresos.*

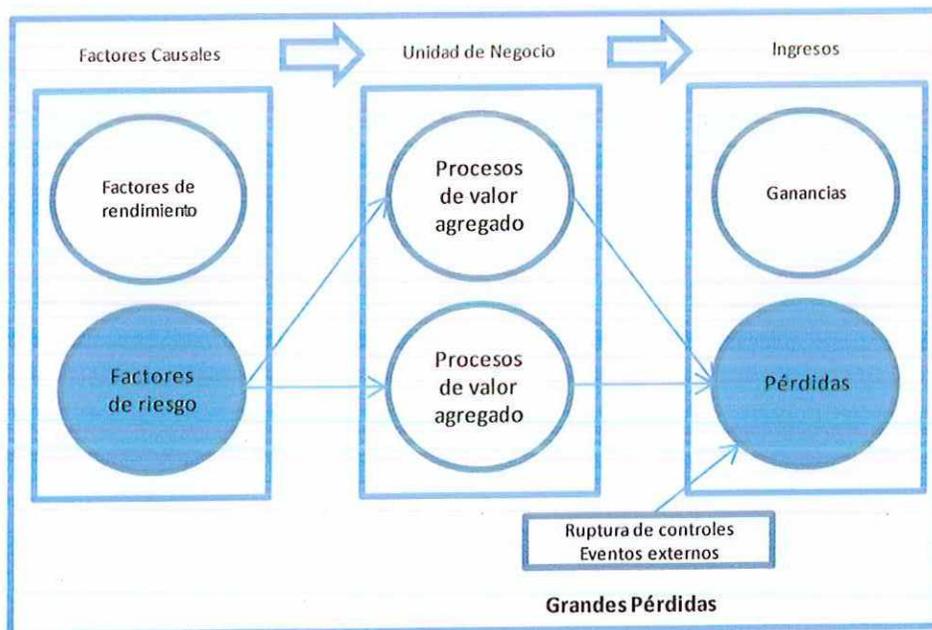


Figura 4.6 Modelo de negocio para la medición del riesgo operacional

Esto justifica el uso de un modelo de negocio para el riesgo operativo que se centra sólo en los factores de riesgo que generan pérdidas para los procesos de valor agregado de la unidad de negocio.

### ***Pérdida asignable y no asignable***

El modelo de negocio como se ha descrito anteriormente es un buen punto de partida para la medición del riesgo operacional, pero no todas las pérdidas pueden estar vinculados a factores de riesgo por lo que el modelo necesita ser ampliado. Como se ha señalado anteriormente, una de las dificultades que plantea el riesgo operacional es el aspecto bidimensional de las pérdidas. Algunas pérdidas tales como el mal funcionamiento de los controles y los eventos raros son difíciles de atribuir a cualquier cambio en un factor relacionado con el proceso de valor agregado. Por lo tanto, las pérdidas para un proceso de valor agregado se descomponen en dos componentes pérdida asignable y pérdida no asignable. La pérdida asignable está ligada a un factor de riesgo y un cambio en el factor de riesgo es la causa de la pérdida. Una pérdida no asignable no puede estar vinculada a un factor de riesgo, ya sea porque su causa es desconocida, o porque se debe a un evento externo. Es el resultado de un evento externo o incontrolable que afecta a los ingresos del proceso de valor agregado, pero no es parte del modelo causal de este. La ruptura de los controles y los raros eventos son ejemplos de eventos que pueden crear pérdidas no asignables. Las pérdidas asignables debidas a factores de riesgo están relacionadas con ingresos por una función de los ingresos. Una función de ingresos se utiliza debido a las pérdidas dentro de una unidad de negocios no suelen calcularse en forma sistemática que permita su asignación directa a factores de riesgo. Esto se nota en el marco de medición del riesgo operacional por la flecha discontinua como "pérdida asignable (no disponible)", que une a las pérdidas de la metodología de medición (véase la Figura 4.7). (La función de ingresos se describe con más detalle en capítulos posteriores, pero por ahora es suficiente saber que una función de ingresos se utiliza para describir cómo el cambio en los ingresos depende de los cambios en el factor de riesgo.) Las pérdidas no asignables no se pueden explicar por un cambio en un factor de riesgo, por lo que no tiene una función de rentabilidad. Esta importante distinción sutil queda reflejada en el modelo de negocio mediante la adición de fuentes de pérdidas no explicables por factores causales. Esto se muestra en la esquina inferior derecha de la Figura 4.6 y la etiqueta "Grandes Pérdidas".

#### **4.6.2. Metodología de medición**

La metodología de medición del marco de riesgo operacional proporciona una manera de calcular las medidas de riesgo para los factores definidos a través del análisis de la unidad de negocio. La metodología de medición propuesta se llama Delta-EVT. Esta metodología sirve para la medición de ambas fuentes de pérdidas por riesgo operacional y satisface los criterios del marco. Delta-EVT implica el uso de dos técnicas analíticas conocidas (el método Delta y teoría del valor extremo), y el cálculo de un umbral. Delta-EVT es un nuevo enfoque que utiliza el método Delta para estimar las pérdidas de los factores de riesgo en los procesos (asignable) y EVT para grandes pérdidas debido a interrupciones de los controles y a eventos externos (no asignable). El umbral se utiliza para separar las pérdidas que se analizaron mediante el método Delta de las que se analizaron mediante EVT. La metodología se muestra en la figura 4.7.



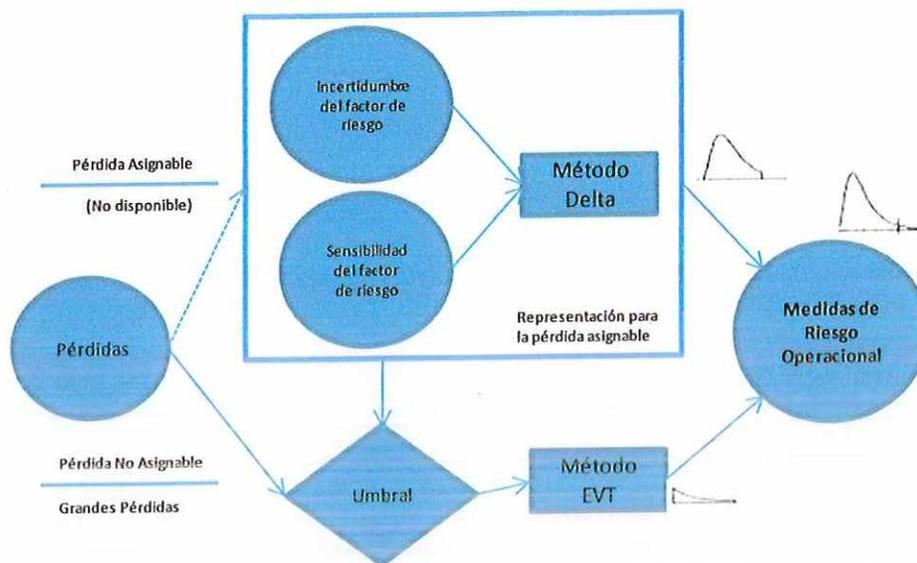


Figura 4.7 Delta-EVT utiliza factores de riesgo como sustitutos para la pérdida asignable en el método Delta y filtra todas las pérdidas a través de un umbral para la aplicación de EVT.

### ***Método Delta para pérdidas asignables***

En la Delta-EVT, el método Delta se utiliza para fijar el umbral de pérdida máxima que determina la clasificación de las "grandes pérdidas" para ser modeladas usando EVT. El método Delta utiliza factores que conducen a la pérdida y su sensibilidad a generar distribuciones de pérdidas en la unidad de negocio. Las pérdidas dentro de una unidad de negocios no suelen calcularse en forma sistemática que permita su asignación directa a factores de riesgo. Puesto que hay un gran número de pequeñas pérdidas, muchas empresas simplemente agregan pérdidas operacionales en cuentas generales, junto con otras entradas. Pueden ser incluidos como un costo de hacer negocios o simplemente enterrarlos en el estado de pérdidas y ganancias. Sin una cifra de pérdida que pueda estar vinculada a factores de riesgo, no es posible una medida directa del riesgo operacional por pérdida asignable desde la información comercial existente. El método de medición Delta resuelve este problema. De esta manera, el análisis continúa sin la necesidad de acumular grandes volúmenes de información de la pérdida. Dado que las pérdidas son generalmente de alta frecuencia, los modelos Delta son capaces de hacer un buen trabajo de estimación.

### ***Método EVT por Pérdidas no asignables***

En la Delta-EVT, EVT se utiliza para lidiar con las colas de las distribuciones de pérdidas y para ajustar el umbral mínimo de pérdidas que define una gran pérdida mínima. EVT incluye un modelo paramétrico que, dada una serie de grandes pérdidas, se puede utilizar para predecir la ocurrencia de pérdidas que aún no han pasado (es decir, fuera del rango de datos). Las pérdidas de baja frecuencia y de alto impacto suelen ser no asignables porque se deben a eventos poco frecuentes o fallos de control que, aunque bien descritos ocurren con poca frecuencia y rara vez se repiten. Esto hace que sea difícil medirlas directamente y considerarlas como medidas relevantes para la toma de decisiones usando técnicas tradicionales. Una gran pérdida debido a un riesgo particular puede

ocurrir una vez en varios años, y una unidad de negocio que no había experimentado una gran pérdida no tendría manera de medir el riesgo. El modelo de medición EVT se utiliza para tratar este problema. Al unir las pérdidas históricas y los escenarios en un modelo de pérdida de gran tamaño utilizando EVT, puede ser estimada la medición adecuada del riesgo.

### ***Umbrales***

El umbral se utiliza para separar las pérdidas que deben analizarse usando Delta de las que se analizaron mediante EVT. Generalmente hablando, Delta se hace cargo de pequeñas pérdidas, EVT le hace frente a las grandes pérdidas, y el umbral es el punto de transición de la pequeña pérdida a la pérdida de gran tamaño. No obstante, para asegurarse que todas las pérdidas son cubiertas y que no hay superposición de los cálculos, se debe tener cuidado para establecer el umbral correctamente. Las pérdidas asignadas a los factores de riesgo utilizando el método Delta son asumidas para tener propiedades de error aleatorios y Delta se utiliza para estimar la tendencia central de esta incertidumbre. Pero las pérdidas lejos de la media no están bien descritas por Delta, y las "equivocaciones" o acontecimientos extraños no están incluidos en la distribución de pérdidas que éste genera. Esto significa que algunas pérdidas grandes, tales como la ruptura de controles, puede ser asignable, pero puesto que son generalmente más grande que el umbral se analizaron usando EVT. La pérdida máxima estimada por el método de Delta se define como su umbral. En una manera similar EVT trata con los valores extremos de la pérdida, y su método sólo considera valor de las pérdidas por encima de un nivel mínimo definido como su umbral. Su aplicación se basa en el uso de una serie de pérdidas que excluye eventos "normales" o "esperados". Idealmente, la pérdida mínima estimada por EVT es la máxima pérdida de Delta. Ajustando el umbral máximo de pérdida de Delta y el umbral mínimo de EVT a valores compatibles se da al método Delta-EVT un umbral a utilizar para combinar las dos distribuciones de pérdidas.

### ***¿Por qué Delta-EVT?***

El método Delta para errores y un modelo de pérdida utilizando EVT está propuesto por varias razones. En primer lugar, los modelos de error utilizando Delta se conocen bien y se puede capturar inmediatamente el riesgo operacional fundamental en los procesos usando la información existente sobre los errores y el rendimiento. Esto proporciona un vínculo dinámico y sensible a la gestión comercial de la empresa. En segundo lugar, EVT ofrece un método para aumentar los modelos de error de Delta para incluir eventos raros y golpes externos que resultan en grandes pérdidas que son características de los acontecimientos en las operaciones de una empresa, como las rupturas de control y los eventos externos. En tercer lugar, los dos métodos son complementarios ya que Delta estima la tendencia central de la distribución de pérdidas y EVT se hace cargo de las colas de la distribución. EVT es necesaria para Delta con el fin de hacer frente a los eventos raros y las rupturas de control que generan pérdidas en los extremos de las distribuciones de Delta. Y Delta es necesario para el enfoque EVT con el fin de establecer el umbral que determina la clasificación de "pérdidas grandes" para ser modeladas utilizando EVT. En cuarto lugar, el método Delta para la medición del proceso es una norma ISO (International Standards Organisation) estándar y usado por casi todos los grandes laboratorios occidentales y los organismos científicos del gobierno para medir la incertidumbre. Los modelos EVT de grandes pérdidas son una técnica muy conocida para el análisis de los procesos físicos y aceptados por muchas agencias gubernamentales

para la determinación de máximos relacionados con la seguridad y la salud. En resumen, la combinación de Delta con EVT se basa en normas aceptadas y proporciona la cobertura necesaria para las pérdidas por riesgo operacional, las cuales pueden ser de alta frecuencia y bajo impacto, o de baja frecuencia y alto impacto, y ayuda a separar estas pérdidas en causas controlables y no controlables.

#### 4.7. MEDIDAS DE RIESGO OPERACIONAL

Los resultados de los cálculos utilizando Delta-EVT son medidas de riesgo operativo para la unidad de negocio. Las medidas de riesgo son estadísticas de las dos distribuciones de pérdidas, a saber, la pérdida operativa y la pérdida excesiva, que se combinan usando un umbral específico. Las medidas de la distribución de pérdidas operativas son la base para mejorar la eficiencia operativa y evitar la pérdida de la unidad de negocio. Las medidas de las distribuciones de pérdidas excesivas son la base para las decisiones sobre financiación y regulación. En su conjunto, el enfoque propuesto proporciona una manera sistemática basada en medidas coherentes para la gestión, el financiamiento y la regulación de la empresa. Las definiciones de las medidas de riesgo operacional y estadísticas relacionadas se presentan a continuación.

- Umbral: El valor de las pérdidas en la distribución de pérdidas que separa las pérdidas asignables (aquellos que son menores que el umbral) y las pérdidas no asignables modelados mediante EVT que son mayores que el umbral.
- Factor de Cobertura: múltiplos de la desviación estándar utilizados para determinar el nivel de confianza (suponiendo una distribución normal).
- Pérdida operativa: Una pérdida de una unidad de negocio por debajo de un determinado umbral. Esta pérdida es parte de la distribución de pérdidas de operación.
- Pérdida excesiva. Una pérdida por encima de un umbral dado. Esta pérdida es parte de la distribución de la pérdida de exceso.
- Distribución de Pérdidas Operativas: La distribución de las pérdidas estimadas por un proceso de valor agregado utilizando el método Delta (pérdida asignable).
- Distribución de Pérdidas excesivas: La distribución de las pérdidas por encima de un umbral calculado utilizando el método EVT (pérdida no asignable).
- Distribución General de Pérdidas: La combinación de pérdida operativa y distribución de pérdidas excesivas con un umbral compatible.
- Máxima pérdida operativa: El valor de la pérdida operativa desde la distribución de pérdidas operativas a un nivel de confianza determinado (por ejemplo, 95%).
- Exceso de pérdida máxima: El valor de la pérdida excesiva desde la distribución de pérdida máxima a un nivel de confianza determinado (por ejemplo, 95%).
- Valor en Riesgo: El valor acumulado de las pérdidas operativas a un determinado nivel de confianza (95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).
- Valor en Riesgo Excesivo: El valor acumulado de las pérdidas excesivas a un nivel de confianza determinado (por ejemplo, 95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).

Estas medidas de riesgo se pueden utilizar para desarrollar una estrategia integral de financiamiento y compensación por rendimiento. Por ejemplo, las unidades de negocios podrían estar obligadas a establecer una provisión, por una parte, para la pérdida

operativa, y por otra, de capital para la pérdida excesiva usando cantidades en función del valor en riesgo y exceso de valor en riesgo. Los datos del ejemplo de pérdidas también se pueden registrar para comparar las pérdidas operativas y las pérdidas en exceso con las estimaciones de pérdida operativa máxima y pérdida excesiva máxima en un ejercicio de backtesting.

## **4.8. CÓMO DELTA-EVT APOYA LA GESTIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL**

### **4.8.1. Cumplimiento de los criterios del marco**

Como se presenta en la introducción a este capítulo, un marco eficaz para la medición del riesgo operacional ofrece la posibilidad de:

- Identificar los riesgos importantes para la empresa;
- Clasificar los riesgos como controlables e incontrolables;
- Identificar las causas de los riesgos controlables;
- Asignar los riesgos incontrolables a las categorías de mitigación, y
- Proporcionar retroalimentación medida sobre los cambios en los riesgos y relacionarlos con acciones de manejo.

El análisis de los procesos de valor agregado utilizando el modelo de negocio y el desarrollo de un modelo de grandes pérdidas a través de un análisis histórico y de escenarios, ayuda a la gerencia a identificar los riesgos que son importantes para la empresa. Los escenarios claramente definidos y los procesos de valor agregado habilitan la administración para evaluar si el factor puede influir o no, e identificar las causas potenciales. Los riesgos que tienen factores causales que pueden ser influenciados y que deben ser controlados, se clasifican como controlables. Los riesgos restantes asignables y no asignables se pueden asignar a las categorías de mitigación utilizando el factor causal para asignables y "externos" para la no asignable. La pérdida asignable ofrece una serie de medidas adecuadas para la gestión de retroalimentación, tales como la pérdida máxima operacional y valor en riesgo. La pérdida no asignable proporciona una medida financiera global a largo plazo para la planificación estratégica.

### **4.8.2. Conociendo los beneficios de la Gestión de Riesgo Operacional**

Tal como se presenta en el capítulo 1 de este libro, los beneficios para la gestión del riesgo operacional incluyen:

- Evitar pérdidas inesperadas
- Mejorar la eficiencia operativa
- Asignar capital para las líneas de negocio
- Calcular el capital económico
- Satisfacer las partes interesadas.

Un marco que cumpla con los criterios también debería respaldar los objetivos de la gestión del riesgo operacional y ayudar a darse cuenta de sus beneficios. El marco de medición propuesto apoya los beneficios del riesgo operacional de la siguiente manera:

**Evitar la pérdida inesperada:** La pérdida inesperada debido a rupturas de control o eventos raros es medida utilizando la porción de la EVT de la nueva metodología Delta-EVT en el marco de medición propuesto. El marco proporciona una clasificación de pérdidas y un umbral para la calificación como una ruptura de control o un evento raro. Esta base de datos de escenarios de grandes pérdidas, se puede utilizar para desarrollar la transferencia del riesgo y las estrategias de mitigación de la pérdida incontrolable.

**Asignar capital a las líneas de negocio:** Los negocios pueden asignar capital con base en su funcionamiento y las medidas de pérdida excesiva. La unidad de negocio es capaz de controlar sus pérdidas operativas y de ese modo influir en el capital asignado y mitigar (por lo menos hasta cierto punto) la cantidad de la pérdida inesperada. Esto es análogo a la situación actual de la asignación de costos, donde los costos controlables son una gran parte de la operación, pero los costos incontrolables (por ejemplo la asignación de gastos generales) son también parte de la carga de la unidad de negocio.

**Calcular el capital económico:** Los requisitos de capital económico pueden basarse en la suma de las dos pérdidas medidas a partir del método Delta-EVT: la pérdida operativa y la pérdida excesiva. Algunas partes de las dos pérdidas pueden ser cubiertas mediante las pérdidas y ganancias del ejercicio, el aprovisionamiento, o el capital, de acuerdo con la estrategia financiera de la empresa. Ante la falta de buena información de las pérdidas, las medidas de las pérdidas Delta se pueden factorizar para obtener una estimación del capital económico (similar al capital regulatorio por riesgo de mercado).

**Mejorar la eficiencia operativa:** La pérdida debida a errores u omisiones en los procesos se mide como la pérdida esperada usando la porción de la metodología Delta-EVT. El marco proporciona una indicación de las causas de la pérdida y de sus indicadores clave. Estas causas e indicadores clave pueden entonces ser examinados por la administración para que puedan ser desarrolladas e implementadas acciones al respecto, con el fin de reducir las pérdidas y mejorar la eficiencia.

**Satisfacer las partes interesadas:** Los reguladores y otras partes interesadas han dado a entender que están interesados en la promoción de buenas prácticas de gestión operativa entre las empresas y el financiamiento responsable para cubrir las pérdidas de gran tamaño utilizando una metodología generalmente aceptada. El método Delta-EVT ofrece un modelo transparente de las prácticas correctas de gestión operativa y su verificación utilizando pérdidas, y ambas técnicas se basan en estándares aceptados (para obtener más información y referencias véase el capítulo 6 sobre EVT y el capítulo 10 sobre la propagación de errores).

#### **4.9. PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL MARCO**

Dados los supuestos anteriores, las definiciones y la metodología de medición, los cinco pasos básicos para la aplicación del marco para la medición del riesgo operacional son:

1. Establecer el modelo de negocio con los procesos y actividades de valor agregado, y cualquier pérdida grande disponible (histórica).
2. Determinar los factores de riesgo de las actividades más importantes en los procesos de valor agregado y su relación con los ingresos (la función de los ingresos).

3. Estimar las pérdidas operacionales mediante la incertidumbre de los factores de riesgo propagados al riesgo en las utilidades (método Delta).
4. Establece el umbral de pérdidas operativas de los procesos utilizando las incertidumbres del factor de riesgo y pérdidas operativas del método Delta, y filtrar las grandes pérdidas utilizando el umbral.
5. Crear un conjunto de pérdidas excesivas mayores que el umbral utilizando escenarios plausibles basados en las pérdidas reales históricas, eventos externos y cuasi accidentes y modelarlos utilizando la teoría de valores extremos (EVT).

La Figura 4.8 muestra el flujo de los cinco pasos básicos. A continuación se encuentra una discusión de cada paso en el contexto de las finanzas:

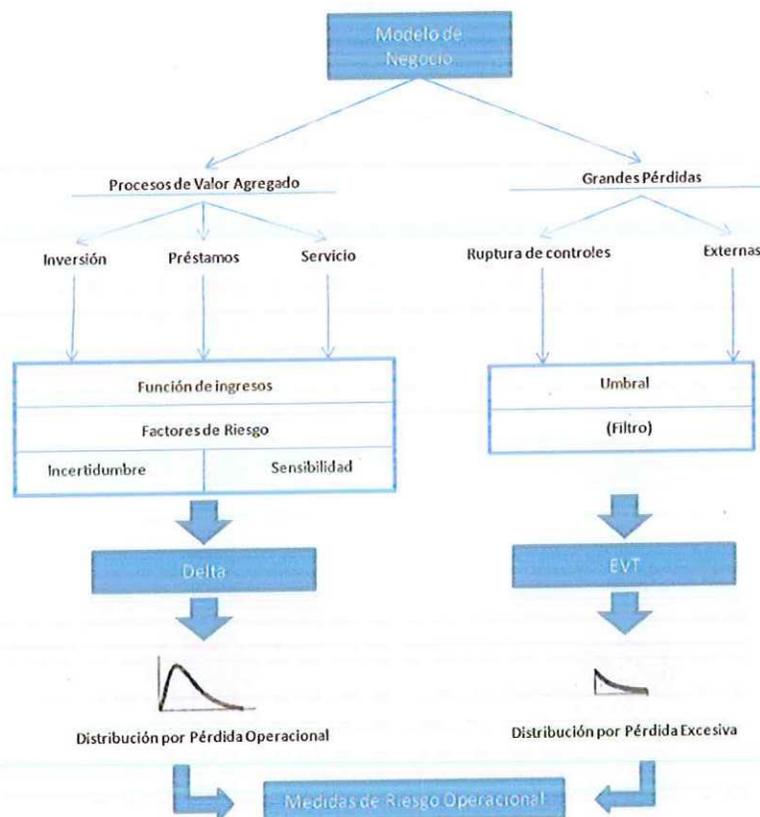


Figura 4.8 La metodología Delta-EVT analiza el riesgo operativo en una unidad de negocio mediante la separación de las pérdidas operacionales normales en el proceso de grandes pérdidas debido a las rupturas de control y los acontecimientos externos.

#### 4.9.1. Paso 1: Establecer el modelo de negocio con Procesos y Actividades de valor agregado

El objetivo es proporcionar la medición de los dos componentes de los riesgos operativos (controlables y no controlables) en la empresa y desarrollar las distribuciones operacionales y de exceso de pérdidas correspondientes para una unidad de negocio. El análisis comienza por establecer el modelo de negocio de la empresa con las unidades de

negocio que incluyen los procesos de valor agregado. Estas unidades de negocio contribuyen a las ganancias de la empresa y su riesgo operacional es el riesgo para los ingresos operacionales de la empresa. El riesgo operacional se define en términos de funciones básicas de valor agregado en cada una de las unidades de negocio. Los principales procesos que de valor agregado para una empresa financiera se muestran en la Tabla 4.3; las actividades básicas para los principales procesos de valor agregado en una empresa financiera se muestran en la Tabla 4.4.

**Tabla 4.3 Procesos básicos de valor agregado de una empresa financiera**

1. **Inversión:** La unidad de negocio genera ingresos mediante la compra y venta de una cartera de activos.
2. **Préstamos:** La unidad de negocio genera ganancias de los fondos de préstamos a una tasa de margen sobre el costo de los fondos.
3. **Servicios:** La unidad de negocio genera ingresos mediante el cobro de honorarios por los servicios prestados.

**Tabla 4.4 Actividades para los procesos básicos de valor agregado**

Proceso	Actividad
Inversión	Trading, liquidación, gestión comercial
Préstamo	Préstamo de originación, gestión, recuperación
Servicios	Venta, entrega, servicio al cliente

#### 4.9.2. Paso 2: Determinar los factores de riesgo y su función Ganancias

Para cada uno de los anteriores procesos de valor agregado en una unidad de negocios, se desarrolla una fórmula de ingresos que representa las ganancias como una función de un conjunto de factores asociados. Estas funciones de ingresos incluyen los factores que definen el riesgo operativo para la unidad de negocio. En una empresa financiera que se refleja en la contabilidad por el valor agregado por el proceso. Por lo tanto, una clasificación contable es natural para los riesgos asociados con el proceso. Las cuatro categorías básicas de riesgo para las ganancias en la contabilidad de los procesos son la valoración, la puntualidad, la reconciliación y el cumplimiento. Aunque a veces se considera por separado, el riesgo de negocio puede ser incluido en la categoría de valoración de riesgo contable que se describe a continuación (como parte del proceso de los servicios). Estas cuatro categorías se definen a continuación:

**1. Riesgo de valoración:** Los errores en el monto de la operación (cantidad equivocada). Por ejemplo, muchas de las transacciones hoy en día están marcadas con el mercado y el uso de un método de contabilidad contrato que define los ingresos de una transacción en base a los términos del contrato y un conjunto de valores de mercado. Modelos para calcular el valor de un contrato basado en sus términos y valores de mercado relevantes están sujetas a revisión e interpretación. Puesto que no puede representar el "verdadero" valor del contrato, puede haber pérdidas asociadas con errores en la valoración en caso de cualquier "re-valoración".

**2. Riesgo Puntualidad:** Los retrasos en el procesamiento de la información (mal momento). El dinero tiene un valor intrínseco tiempo y retrasos en el procesamiento de transacciones pueden resultar en pérdidas. El más común es el costo de transporte, pero

la volatilidad del mercado puede crear grandes pérdidas debido a los retrasos en la tramitación del contrato.

**3. Riesgo Reconciliación:** Los errores en la entrada de cuenta (cuenta equivocada). Puesto que hay literalmente, millones de cuentas en una gran operación financiera, la perspectiva de abono o cargo a la cuenta equivocada debe ser considerada. Como con todos los errores, si esto no es recuperable, resulta en una pérdida. Gran parte de ella puede ser debido a que se lleva sólo al costo, y luego se asemeja a la puntualidad.

**4. Riesgo de Cumplimiento:** Errores en el procedimiento utilizado para procesar la transacción (procedimiento equivocado). Los contratos relativos a servicios financieros están sujetos a una serie de normas y reglamentos, tanto internos como externos, que rigen los procedimientos utilizados para originar y administrar el contrato. La falta de cumplimiento de esta normativa somete a la empresa a variaciones inesperadas de los objetivos y las pérdidas como las multas y los asentamientos.

Para cada categoría de contabilidad puede ser desarrollada una función de los ingresos para el método Delta que refleje los correspondientes factores que contribuyen a la categoría de riesgo. Por ejemplo, los errores del modelo de valores contribuyen al riesgo de valoración, fallos en la liquidación a la puntualidad, y las cuentas nostro interrumpen la reconciliación. Cada uno de estos factores tiene un error cuantificable que puede propagarse a los ingresos al proceso de valor agregado basado en la función de los ingresos. Un ejemplo de una función de los ingresos que se podría utilizar para el valor de una cartera es la siguiente:

$$E = \Delta V(p)$$

Rendimiento de la inversión como una función del cambio en el valor de la cartera.

#### 4.9.3. Paso 3: Determinar la distribución de la pérdida operacional utilizando el método Delta

Dada la función de rentabilidad que relaciona el nivel de ingresos para el factor de riesgo, el método Delta utiliza sensibilidades derivadas de la función de rentabilidad para propagar la incertidumbre en el factor para la incertidumbre en los ingresos. La sensibilidad es el cambio en las ganancias dada una unidad de cambio en el factor de riesgo. Por ejemplo, las ganancias pueden ser descritas como 20% de las ventas. Esto significa que un aumento de un dólar de ventas genera 0,2 dólares en ganancias y la sensibilidad es de 0,2. La medida utilizada para la incertidumbre es la desviación estándar o el error estándar. La fórmula es estándar y se presenta en el Capítulo 5 sobre la metodología de Delta. Dado un error estándar para el modelo de valoración de derivados y la sensibilidad de las ganancias en el valor del derivado, la incertidumbre o riesgo para las ganancias puede ser calculado. Este cálculo proporcionaría una medida del riesgo operacional debido a un error de valoración del modelo. El método Delta establece normas para combinar las incertidumbres y calcular valores para la incertidumbre de funciones. Finalmente, una distribución normal con una media de cero y una desviación estándar calculada por Delta para todos los factores de riesgo relevantes se puede utilizar como la distribución de la pérdida de la pérdida operacional.

#### **4.9.4. Paso 4: Determinar el umbral para pérdidas operativas y el filtro para las grandes pérdidas**

Asumiendo que la pérdida operacional se ha determinado utilizando el método Delta como se describe anteriormente, la distribución de las pérdidas operacionales ahora se puede utilizar para determinar la pérdida máxima operativa, o umbral, que se utiliza también para las pérdidas excesivas. Utilizando un múltiplo de desviaciones estándar, la pérdida operacional máxima puede ser estimada para un nivel de confianza deseado (por ejemplo, 2,33 o 99% para una distribución normal). Las preguntas clave son la unidad de análisis de los eventos de pérdida (es decir, si en las pérdidas se registran las transacciones individuales o por períodos), y si las pérdidas correlacionadas se combinan en un solo evento (es decir, todos los instrumentos negociados son re-valorados que utilizan el mismo modelo de valoración). El caso más sencillo se basa en transacciones con pérdidas sin combinar. Esto produce una pérdida de umbral para una transacción basada en el error estándar calculado por el método Delta, dado que hay una pérdida. Por lo tanto, usted puede tener una tasa de pérdida del 2% con una pérdida operacional 10%. El uso de un intervalo de confianza con desviación estándar 2,33, proporciona una pérdida operacional máxima de 23% con respecto a la exposición de ganancias en una transacción, dado que hay una pérdida en la transacción. Esto significa que cualquier pérdida en la transacción de más del 23% de las ganancias esperadas se clasificaría como una pérdida excesiva.

#### **4.9.5. Paso 5: Crear bases de datos de exceso de pérdida usando escenarios plausibles y modelarlos usando EVT**

Las pérdidas excesivas encima del umbral se utilizan para el análisis EVT. Sin embargo, es difícil acumular una base de datos de eventos de pérdida grandes que puedan ser usados para el análisis estadístico. Las grandes pérdidas ocurren con poca frecuencia en cualquier empresa y una base de datos interna de pérdidas grandes probablemente tendría pocos puntos de datos y por lo tanto no proporcionan la significación estadística. Además, los cambios en la empresa por lo general siguen grandes pérdidas por lo que ya no son relevantes para los controles existentes. Una de las alternativas es el uso de datos externos, o pérdidas de otras empresas, para complementar los datos internos de pérdidas. Sin embargo, otras empresas pueden tener muy diferentes entornos operativos y controles, por lo que la relevancia de los acontecimientos externos es cuestionable, y se requiere por lo general algún tipo de escala o hacer otros ajustes. Finalmente, debido a que las grandes pérdidas son a menudo envueltas en secreto dentro de las organizaciones y colmado de sensacionalismo fuera de él, la integridad de los datos es cuestionable. Información simple como el tamaño de la pérdida y la fecha de su ocurrencia no están del todo claros. Por ejemplo, la pérdida de Barings se cita generalmente como más de mil millones de dólares en un día específico, pero era, de hecho, una serie de pequeñas pérdidas que se produjeron durante un período de más de un año (Fay 1996). Incluso después del colapso de Barings, los pagos reales y los costes continuaron durante años. Sin directrices de presentación de informes muy detallados que son exigibles (por ejemplo, normas GAAP), la pérdida de información se verá afectada por este tipo de deficiencias. Por estas razones, se recomiendan los escenarios para la generación de bases de datos de eventos extremos. Los escenarios pueden ser contruados utilizando los modelos de la firma a fin de hacer las pérdidas relevantes. Dado que los escenarios son eventos simplemente plausibles, las pérdidas históricas se utilizan

para generar un evento similar plausible (no el evento histórico real) junto con su frecuencia asociada y severidad de la pérdida. Del mismo modo, los acontecimientos externos son internalizados por medio de escenarios, y un esquema de clasificación para ellos se da en el capítulo 7 sobre Modelado del método Delta-EVT.

#### **4.10. RESUMEN**

El objetivo de la gestión del riesgo operacional es decidir qué riesgos son importantes para la empresa, y luego aceptarlos, controlarlos o mitigarlos de acuerdo con la estrategia de riesgos de la empresa. Un marco de medición permite a la gestión de riesgos identificar, clasificar, y tomar las medidas oportunas, y apoyar la gestión proporcionando la arquitectura y los requisitos para los sistemas y procesos necesarios para medir y modelar el riesgo operacional. Buenas medidas de riesgo operacional proporcionan información coherente para la gestión, la financiación y la regulación de la firma. La estrategia de la empresa debe incluir las principales áreas de negocio, los criterios clave para el éxito, y un conjunto de medidas de desempeño para ellos. Un marco para la medición del riesgo operacional es un punto de partida natural para la gestión del riesgo operacional. Sin embargo, no puede desarrollarse sin un conjunto de supuestos que guían, definiciones y metodologías incorporadas en un enfoque sistemático que proporciona retroalimentación y verificación de los riesgos propuestos, su grado de control, y su impacto en las ganancias de la empresa. Los primeros esfuerzos por desarrollar un marco de medición del riesgo operacional no han tenido éxito debido a la amplitud y complejidad del riesgo operacional en una organización grande. Los actuales marcos de gobierno están a la altura de proporcionar la necesaria relación causa-efecto entre las actividades comerciales y la volatilidad del rendimiento. Mediante la combinación de pérdidas de los procesos con eventos raros generados a través de los escenarios, la metodología Delta-EVT propuesta, ofrece una medida transparente de los riesgos para el negocio y crea una motivación para reducir las pérdidas en el proceso a través de controles mejorados y establecer planes de mitigación para reducir las pérdidas que pudieran resultar de los escenarios plausibles. Delta-EVT es la base fundamental para identificar los riesgos, determinar cuáles son controlables, para repartir los riesgos controlables a las empresas, reducir los riesgos incontrolables, y proporcionar retroalimentación cuantitativa útil a la gestión. El uso de un modelo de negocio de toda la empresa y la metodología asociada, hace que la medición del riesgo operacional se convierta en la clave para vincular las estrategias de negocio de las actividades comerciales de la empresa.

#### **4.11. LECTURA ADICIONAL**

Hay pocos libros hasta la fecha sobre el riesgo operacional. Los marcos para mantenimiento gobierno corporativo autoevaluación de control se describen en los documentos de referencia en el capítulo anterior sobre la regulación. Una buena introducción a la ingeniería de procesos de negocio es Champy y Hammer (1995), y Weiss (1993) ofrece una descripción de las operaciones de banca de inversión.

## 6. METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DEL VALOR EXTREMO

### 6.1. INTRODUCCIÓN

El proceso de determinación de las pérdidas debidas a fallas de control y los eventos externos (no incluidos en el método Delta) se lleva a cabo utilizando la Teoría de los Valores Extremos (EVT). El enfoque básico consiste en desarrollar un modelo de pérdida, pero sólo para las pérdidas grandes sobre un umbral específico, y el punto de partida es un conjunto de eventos de pérdida de gran tamaño. Utilizando los datos de pérdida, se construye un modelo de pérdida con severidad y distribuciones de frecuencia por separado. Las pérdidas por encima del umbral se ajustan a una de una clase básica de distribuciones en EVT, a saber, la distribución Generalizada de Pareto (GPD). Varias técnicas de montaje son posibles, pero la de Máxima Verosimilitud se utiliza para los ejemplos proporcionados en este capítulo. La frecuencia de los eventos de pérdida se ajusta a una distribución de Poisson con el tiempo entre los eventos de pérdida. Estas dos distribuciones (GPD ajustada para la severidad y Poisson para la frecuencia) se combinan en una simulación de Monte Carlo para generar la distribución de exceso de pérdida. La distribución de exceso de pérdida se utiliza junto con la distribución de pérdidas operativas a partir del método Delta para determinar los valores de medición del riesgo operacional.

El capítulo comienza con una breve descripción de la forma general de modelos de pérdida y un ejemplo usando Poisson y distribuciones lognormal para modelar las pérdidas históricas. Luego, se discuten la EVT y el método de los picos sobre umbrales (POT). A continuación, se presenta un ejemplo detallado del cálculo del riesgo operacional para el exceso de pérdidas. Posteriormente, se muestran los pasos individuales de la determinación de la severidad con la GPD, la frecuencia utilizando la distribución de Poisson, y la pérdida acumulada utilizando simulación de Monte Carlo. Por último, se ofrecen una reflexión sobre los datos y la validación de modelos de pérdida.

### 6.2. CONCEPTOS BÁSICOS

#### 6.2.1. Modelos de pérdida

Los modelos de pérdida es un término general que se aplica a un modelo estadístico para estimar la pérdida. Generalmente, un conjunto de datos de pérdida está equipado con una o más distribuciones paramétricas (una para la frecuencia y otra para la severidad) y después la distribución de la pérdida total se genera utilizando una simulación de Monte Carlo. Los modelos de pérdida se han utilizado durante muchos años en los seguros (Klugman et. al, 1998), y recientemente se ha aplicado a la medición del riesgo operacional. Modelos de un solo período o modelos estáticos tratan con la distribución de pérdidas para un período. Los modelos de varios períodos son necesarios para análisis a largo plazo y para combinar una distribución de frecuencias con una distribución de severidad de la pérdida para extender los modelos de un solo período a través de la simulación. Los modelos de pérdidas por riesgo operacional son necesariamente modelos multi-período porque tienen que ver con las grandes pérdidas que pueden ocurrir sobre largos intervalos.

### **6.2.2. Datos para el modelo de pérdida**

Modelos de pérdida se puede caracterizar también por la fuente de datos de pérdida. Las siguientes son las descripciones de los tipos generales de modelos de pérdida basados en sus fuentes de datos.

#### ***Pérdida Histórica***

Las pérdidas reales se ajustan a una distribución paramétrica para eventos y una para la severidad de la pérdida. La distribución de la pérdida total de la empresa se calcula utilizando la simulación de Monte Carlo de dos etapas con el evento ajustado y distribuciones de severidad.

#### ***Pérdida Benchmark***

En este método se registran una historia de eventos de pérdida y la gravedad de las pérdidas por negocio para las empresas similares a la en cuestión (es decir, cohortes). El proceso es entonces el mismo que se ha descrito anteriormente, con el paso adicional de eventos de escala y la severidad basados en características (por ejemplo, los ingresos o activos) de la cohorte en comparación con la firma. A veces se refiere como el "enfoque seguro", el uso de pérdidas benchmark de otras empresas para calcular una cifra candidata para la empresa en cuestión.

#### ***Pérdida Subjetiva***

El enfoque subjetivo utiliza estimaciones realizadas por expertos acerca de la frecuencia y la severidad de la pérdida que pueda ocurrir. Este enfoque se ha desarrollado a partir de los procesos de evaluación interna que ya existen para la auditoría. Una evaluación interna se utiliza para determinar las cifras de pérdida de datos (por lo general en cada área de negocio). Ellos se suman a través los negocios para generar una figura de toda la empresa.

#### ***Escenario de Pérdida***

Los escenarios de pérdidas se basan en un conjunto de valores plausibles para la empresa y su entorno que resulta en una pérdida. Las pérdidas históricas, pérdidas Benchmark y las pérdidas subjetivas son clases de escenarios cuando ellas han sido escaladas a la empresa. El enfoque de escenarios puede proporcionar un conjunto definido de los datos de pérdida específicamente para una empresa y es muy flexible, ya que incluye los otros tipos.

#### ***Pérdidas Simuladas***

Las pérdidas son simuladas con un modelo de generación de procesos de pérdida. La simulación se ejecuta sobre grandes cantidades de insumos con el fin de generar instancias de eventos con probabilidades muy pequeñas.

### 6.2.3. Distribuciones Paramétricas

Los modelos de pérdida también pueden caracterizarse por las distribuciones paramétricas utilizadas. Por ejemplo, un típico modelo multi-período de pérdida tiene una distribución de Poisson para la frecuencia y una lognormal para la severidad. La familia de Poisson se utiliza a menudo para la frecuencia, pero se utilizan muchos más tipos de distribuciones de severidad, como la Binomial Negativa, Burr, Pareto y otras.

### 6.2.4. Simulación de Monte Carlo

Teniendo en cuenta las dos distribuciones y sus parámetros, la distribución de la pérdida total se genera a continuación mediante una simulación de Monte Carlo de dos etapas de la siguiente manera. Teniendo en cuenta los eventos de pérdida  $L$  (por ejemplo,  $L \sim \text{Poisson}(\lambda)$ ) y los valores de la severidad  $S$  (por ejemplo  $S \sim \text{lognormal}(\mu, \sigma^2)$ ), entonces el algoritmo que se muestra en la Tabla 6,1 se puede utilizar para generar una distribución de pérdidas y cuantil.

Tabla 6.1 Algoritmo para la generación de las distribuciones de pérdida para un modelo de multi-periodo usando la simulación de Monte Carlo de dos etapas

Repita 10000 veces	//generar 10000 simulaciones
Seleccione $L$ , desde $L$	//obtener el número de pérdidas
Repita $L$ , veces	//para cada evento de pérdida
Seleccione $S$ , desde $S$	//conseguir la severidad
$R_{n+1} = S$ ,	//añadir la severidad al riesgo
Ordene $R$	//ordenar las pérdidas

### 6.2.5. Ejemplo de modelos históricos de pérdida

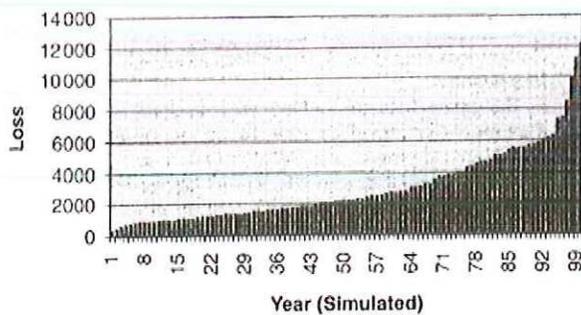
En el enfoque de la pérdida histórica, dos distribuciones paramétricas son desarrolladas, una para la frecuencia y otra para la severidad de las pérdidas, y son ajustadas a los datos reales. Después de determinar los parámetros para estas dos distribuciones, la distribución de pérdidas en general se encuentra utilizando la simulación de Monte Carlo. En este sencillo ejemplo, los datos se ajustan con una distribución de Poisson para los eventos y una distribución lognormal para la severidad. Los datos para este ejemplo se dan en la Tabla 6,2.

La distribución de Poisson está equipada con un parámetro de frecuencia  $\lambda$  y la distribución lognormal está equipada con una media y varianza ( $\mu$  y  $\sigma^2$ ) usando una técnica de máxima verosimilitud. El promedio de días entre eventos es 16. El uso de un período mensual, da  $\lambda = 2$  para la distribución de Poisson. Una máxima verosimilitud ajusta los valores de rendimientos de  $\mu=3$  y  $\sigma=2$  para la distribución lognormal. La simulación de Monte Carlo para la pérdida total procede en una simulación de dos etapas como se describe anteriormente. En primer lugar, se dibuja una muestra de la distribución de Poisson para el número de eventos " $n$ " en el periodo (meses), entonces este valor se utiliza para el número de eventos para la muestra " $n$ " veces a partir de la distribución lognormal de los valores de severidad de estos eventos. Doce muestras constituyen el año, y otro conjunto de muestras se dibuja. El proceso se repite varias veces para conseguir una distribución de probabilidad de la pérdida de datos durante años. Una

ejecución de simulación de 100 se muestra en la Figura 6.1, ordenadas por cantidad de pérdida. Un nivel de confianza para la pérdida anual máximo se puede leer directamente en este gráfico (por ejemplo 95% es 7400).

**Tabla 6.2 Ejemplo de eventos de pérdidas para modelos históricos de pérdidas**

Pérdida	Fecha
160	01/02/2000
4	01/03/2000
0.8	01/04/2000
6	01/10/2000
2.1	02/03/2000
2.7	03/11/2000
1512	04/15/2000
47	04/20/2000
654	05/07/2000
6	05/11/2000
111.3	05/13/2000
7.3	05/28/2000
5.9	06/16/2000
9.8	07/11/2000
345	07/21/2000
3.7	08/03/2000
34	08/14/2000
18.4	09/01/2000
10	10/03/2000
80.9	11/07/2000
1.8	11/08/2000
11.9	11/11/2000
14.5	11/16/2000
54.8	11/17/2000
26.6	12/26/2000



**Figura 6.1** Pérdidas ordenadas por simulación de Monte Carlo para las distribuciones de pérdidas Poisson para frecuencia ( $\lambda=2$ ) y lognormal ( $\mu=3, \sigma=2$ ). La media de la distribución acumulada es 3012 y su desviación estándar es 2301. En el eje X tenemos los años simulados y el monto de la pérdida en el eje Y.

### 6.2.6. Modelos de pérdida EVT

La Teoría de los Valores Extremos (EVT) ofrece un enfoque paramétrico estadístico para los valores extremos de los datos. Sus raíces se encuentran en las ciencias físicas y recientemente se ha aplicado a los seguros. Se proporciona un conjunto de distribuciones paramétricas para los valores más grandes (o más pequeños) (GEV) y los valores de exceso sobre un umbral (GPD) de un conjunto de las pérdidas subyacentes. Debido a que las técnicas estadísticas tradicionales se centran en medidas de tendencia central (por ejemplo, la media), ellos no son tan precisos al estimar valores muy lejos del centro de los datos. EVT, por el contrario, sólo se refiere a los valores extremos e ignora la mayoría de los datos subyacentes y sus medidas con el fin de proporcionar mejores estimaciones de las "colas". Véase en el Capítulo 11 sobre EVT y las referencias allí citadas para más información en la teoría del valor.

La metodología EVT para el riesgo operacional es básicamente un modelo de pérdida para las pérdidas de gran tamaño utilizando una GPD para la severidad. La técnica para el montaje del GPD a los datos es el método de picos sobre umbral (POT), donde los valores grandes sobre un umbral específico se montan en la GPD. El método POT se ha utilizado con éxito durante muchos años en las ciencias físicas y, más recientemente aplicado a los seguros (Reiss, 1987). Una explicación teórica de la GPD se puede encontrar en Pickands (1975) y Smith (1987). Una descripción detallada de la aplicación de GPD se describe en McNeil y Saladin (1997). El método POT utiliza los siguientes supuestos básicos (Embrechts et. al 1997):

1. Los excesos de una secuencia independiente idénticamente distribuida (o fija) sobre un umbral alto  $u$  ocurre en el momento de un proceso de Poisson.
2. Los excesos correspondientes sobre  $u$  son independientes y tienen un GPD.
3. Los excesos y los tiempos de exceso son independientes uno de otro.

#### Tabla 6.3 Pasos para la metodología EVT

- 
1. Recopile datos de pérdidas por encima del umbral junto con el tiempo de evento de pérdida.
  2. Coloque la cantidad exceso de pérdida (severidad) a la GPD utilizando máxima verosimilitud (o técnica de ajuste).
  3. Ajuste el tiempo de llegada de eventos de pérdida a una distribución de Poisson usando la tasa media entre llegadas (o técnica de ajuste apropiado).
  4. Utilice la simulación de Monte Carlo para generar una distribución de pérdidas de la distribución de Poisson y GPD durante un horizonte de tiempo.
- 

Estas características permiten la estimación de las pérdidas de gran tamaño utilizando los excedentes o pérdidas excesivas sobre un umbral. Estas pérdidas excesivas se ajustan a una GPD para determinar la severidad de una pérdida en caso de que se sobrepase el umbral. Se trata de una distribución condicional de severidad de las pérdidas grandes. Puesto que el número de excedencias sigue una distribución de Poisson, se ajusta y se utiliza para estimar la frecuencia de excedentes. La combinación de la severidad y la distribución de frecuencias en una simulación de Monte Carlo muestran la distribución de exceso de pérdida. La distribución de exceso de pérdida resultante es una distribución de las pérdidas de múltiples períodos de sólo aquellas pérdidas que exceden el umbral.

Para poner en práctica el método de modelo de pérdida EVT para el cálculo de una medida de riesgo operacional, se necesitan los pasos en la Tabla 6.3. Por supuesto, el valor de umbral debe ser determinado primero como se describe en los capítulos 4 y 5.

### 6.2.7. Montaje de la GPD

Para adaptarse a una GPD, una de varias técnicas se puede utilizar. Una discusión general de ajuste de distribuciones paramétricas a una muestra de datos, está más allá del alcance de este libro, pero es una excelente referencia (Johnson et al. 1994). Sin embargo, la técnica de máxima verosimilitud es un método popular y se presentará para su uso en los modelos de pérdida. La técnica de máxima verosimilitud optimiza una función de verosimilitud para los datos. La idea básica es encontrar los parámetros para la distribución asumida que maximizan la verosimilitud de que los datos de las muestras procedan de la distribución con los parámetros asociados. La verosimilitud es simplemente la probabilidad conjunta para los datos, pero se calcula por lo general mediante el registro de la función de verosimilitud con el fin de simplificar el procedimiento. Para la GPD, la función de log-verosimilitud a maximizar es:

$$LL(GPD(X_1 \dots X_n)) = n \times \log(\beta) - \left(\frac{1}{\varepsilon} + 1\right) \sum_n \left(1 + \frac{\varepsilon}{\beta} X_n\right)$$

Función de máxima verosimilitud (log-verosimilitud) a maximizar para el montaje GPD a un conjunto de datos  $(X_1 \dots X_n)$ , donde  $n$  es el número de datos.

Donde:

$n$  es el número de valores de datos de la muestra,

$X_i$  es el valor  $i$ -ésimo de la muestra,

$\varepsilon$  Es el parámetro de forma,

$\beta$  es el parámetro de escala

Esta función se puede programar en una hoja de cálculo y la maximización puede ser realizada en un conjunto de datos con bastante facilidad. Se determinaron los valores de los dos parámetros de la GPD,  $\varepsilon$  y  $\beta$ . Una prueba de bondad de ajuste para el GPD no es fácil de derivar, así que los procedimientos tales como el jackknife o bootstrap son utilizados para generar intervalos de confianza para los parámetros estimados. Más adelante en este capítulo se da un ejemplo.

### 6.2.8. Determinación de la distribución de severidad

Dada la parámetros  $\varepsilon$  e  $\beta$ , la función de distribución GPD se puede utilizar para calcular los cuantiles de interés para un determinado nivel de confianza. Esto representa el nivel de severidad de la distribución de pérdidas superiores a un cuantil particular. La ecuación necesaria es:

$$GPD(\varepsilon, \beta, x) = 1 - \left(1 + \frac{\varepsilon x}{\beta}\right)^{-\frac{1}{\varepsilon}}$$

Fórmula para calcular el valor de la función de distribución para el GPD

Tenga en cuenta que esta es sólo la distribución de la severidad de las pérdidas excesivas y no la distribución de todas las pérdidas. Una vez más, esta función puede ser

programada en una hoja de cálculo para generar varios valores de la severidad de la pérdida en los intervalos de confianza particulares. Algunos ejemplos típicos de los valores se muestran en la Figura 6.2 para los valores comunes de los parámetros y la pérdida (asumir pérdidas son en miles).

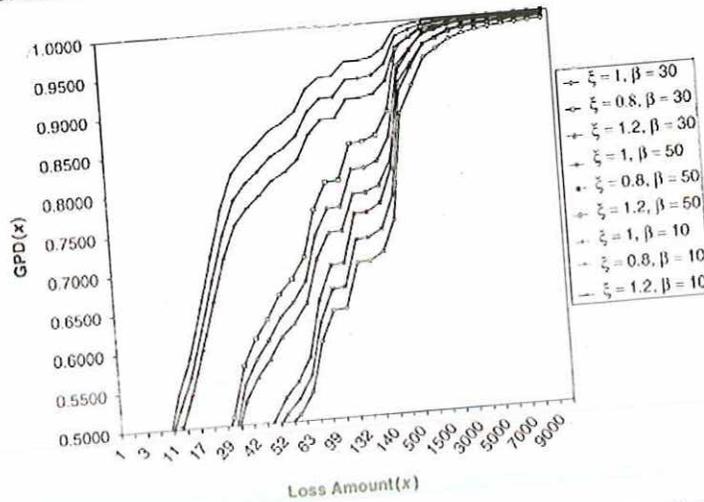


Figura 6.2 muestra las distribuciones empíricas del GPD con los valores comunes de los parámetros y las pérdidas (pérdidas en miles). El eje X equivale al monto de la pérdida, mientras que la GPD es representada en el eje Y.

### 6.2.9. Determinación de la distribución de frecuencias

Después de haber ajustado un GPD a la cantidad de pérdida para un conjunto de exceso de pérdidas, el siguiente paso es determinar la frecuencia de las pérdidas utilizando una distribución de Poisson. La distribución de Poisson es bien conocida como un único parámetro de distribución para el número de ocurrencias de un evento con relativamente pequeñas probabilidades dada una muestra relativamente grande. La fórmula para la distribución de Poisson es:

$$Pr(x) = \frac{\lambda e^{-x}}{x!}$$

Fórmula para la distribución de Poisson de  $x$  eventos con un solo parámetro  $\lambda$ , la tasa de llegada

El ajuste de la Poisson para un conjunto de ocurrencias prosigue utilizando los tiempos entre llegadas para los eventos de pérdida. Es decir, el tiempo medio entre los eventos se puede utilizar para determinar la tasa de llegada o lambda para la fórmula de Poisson. (La tasa de llegada es simplemente el inverso del tiempo entre llegadas.) Para la distribución de Poisson, se puede demostrar que el estimador de máxima verosimilitud para  $\lambda$  está dado a continuación por la fórmula tasa media de llegada (Johnson et. Al, 1994):

$$\lambda = \frac{\sum_k kn_k}{n}$$

Fórmula para la estimación de  $\lambda$  para la distribución de Poisson

Donde

$k$  es el número de eventos en un período,  
 $n_k$  es el número de períodos con  $k$  eventos,  
 $n$  es el número total de períodos.

La bondad de ajuste estadístico para la distribución de Poisson se puede encontrar con una simple prueba de  $\chi^2$ -cuadrado. La prueba estadística es:

$$\chi^2 = \sum_k \frac{(n_k - nPr(k; \lambda))^2}{nPr(k; \lambda)}$$

Prueba estadística Chi-cuadrado para la bondad de ajuste de la distribución de Poisson para un conjunto de datos.

Donde  $Pr(k; \lambda)$  es la probabilidad de  $k$  eventos para la distribución de Poisson con parámetro  $\lambda$ . Los grados de libertad son  $n - 2$ .

### 6.3. EJEMPLO DE UN MODELO PÉRDIDA EVT PARA GRANDES PÉRDIDAS OPERATIVAS

Supongamos que la tabla de las pérdidas que se muestran en la Tabla 6.4 se ha acumulado durante un período de un año. Un gráfico de los datos de pérdida de grandes es dado en la Figura 6.3. Como era de esperar, una simple representación gráfica de los valores ordenados muestra que son exponenciales en la naturaleza, con una cola pesada, como se puede ver en la Figura 6.4.

La búsqueda de los datos de valor de las pérdidas mediante la fórmula de probabilidad logarítmica dada anteriormente da como resultado  $\epsilon = 0.779$ ,  $\beta = 61,56$  y log-verosimilitud=-17.76. Un gráfico del ajuste se muestra en la Figura 6.5.

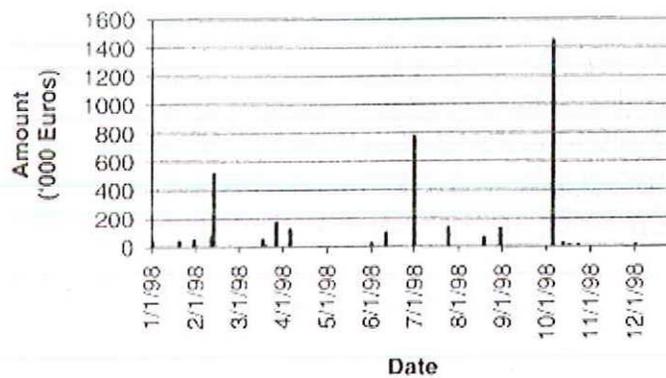
Los parámetros para la GPD también tienen errores. Los errores estándar para los parámetros estimados se encuentran utilizando una técnica conocida como bootstrapping (Efron y Tibshirani 1993). Los detalles no se dan aquí, pero el procedimiento da los errores estándar para los parámetros para el ejemplo como:

$$SE(\epsilon) = 0.38 \quad SE(\beta) = 25$$

Los errores estándar para los parámetros GPD estimaciones para el ejemplo de la pérdida.

**Tabla 6.4 Tabla de grandes pérdidas (en miles de Euros)**

ID	Fecha	Monto
1	01/01/1998	35.1
2	01/19/1998	40.0
3	01/30/1998	55.0
4	02/11/1998	80.9
5	02/12/1998	508.0
6	02/17/1998	3.5
7	03/18/1998	48.8
8	03/20/1998	12.0
9	03/27/1998	168.9
10	03/27/1998	98.0
11	04/07/1998	128.0
12	06/01/1998	21.6
13	06/11/1998	100.0
14	07/01/1998	770.0
15	07/24/1998	142.0
16	08/18/1998	61.5
17	08/30/1998	129.4
18	10/05/1998	1,450.0
19	10/12/1998	30.0
20	10/15/1998	17.0
21	10/22/1998	8.0
22	11/30/1998	12.0
23	12/28/1998	50.0



**Figura 6.3** Un gráfico histórico de datos de grandes pérdidas. Fechas en el eje X y monto de la pérdida en miles de Euros en el eje Y.

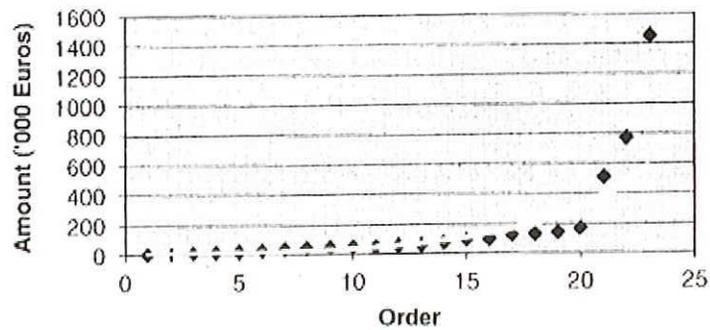


Figura 6.4 Datos ordenados de pérdidas que muestran la tendencia exponencial con una cola pesada. Ordenadas en el eje X y monto de pérdidas en miles de Euros en el eje Y.

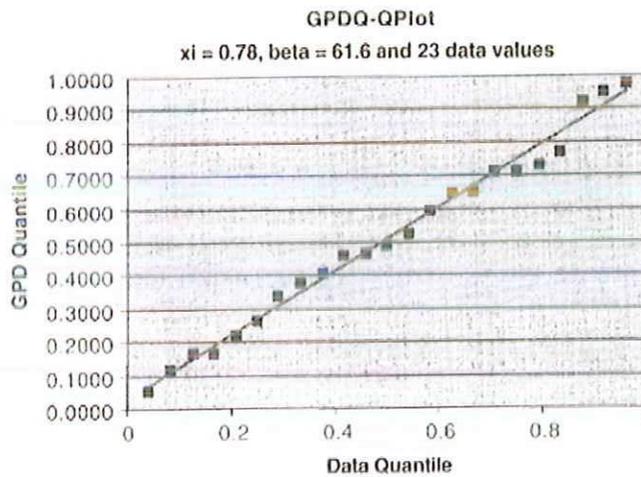


Figura 6.5 Ajuste GPD de datos de pérdidas con los parámetros  $\xi = 0,78$  y  $\beta = 61,6$ . Eje X: Datos del cuantil. Eje Y: GPD cuantil

Tabla 6.5 Tabla de valores de confianza para la GPD utilizando el ejemplo de la pérdida

Nivel de Confianza	Valor de Exceso
90%	397
95%	740
99%	2800

Tabla 6.6 Tabla de valores de confianza para la GPD muestra dos estimaciones de error estándar de valores altos y bajos para el exceso

Nivel de Confianza	Valor de Exceso	Bajo	Alto
90%	397	28	2918
95%	740	36	6791
99%	2800	57	45188

Por ejemplo, suponiendo que usted está interesado en un intervalo con un valor de confianza de 95% o 99%, es de esperar utilizar uno de los valores que se muestran en la Tabla 6.5. Incluyendo el análisis de error para el GPD, la tabla 6.6 se construye para los

niveles de confianza, dado un intervalo de dos errores estándar (por ejemplo, 67%) para los parámetros. Como puede verse, hay una gran diferencia en los valores en los límites de confianza para esta distribución en la cola entre 90% y 99%. La determinación del umbral de la forma descrita anteriormente es también una clave y es probable que desempeñe un papel importante en cualquier suministro o acción de asignación de capital a tomar.

### 6.3.1. Determinación de la frecuencia para el modelo de pérdida

El análisis anterior produce una distribución para el tamaño de una pérdida que se puede clasificar como un exceso de pérdida. Se necesita la frecuencia de la ocurrencia de las pérdidas con el fin de generar la cifra correspondiente a la pérdida durante un periodo de tiempo. Es común usar una distribución de Poisson para ajustar estas pérdidas, y la tasa de ocurrencia se conoce como  $\lambda$  (la tasa de llegada). Usando los acontecimientos reales de la pérdida,  $\lambda$  se determina para la distribución y las dos distribuciones parametrizadas se combinan en una simulación de Monte Carlo con el fin de generar una distribución para el exceso pérdida durante un período (Tabla 6.7). Ajustando estos datos a una distribución de Poisson da un parámetro de  $\lambda=1,9$  para los datos mensuales. La distribución por años se muestra en la Figura 6.6.

Tabla 6.7 Tabla de pérdidas de un año

Pérdidas	Fecha
35.1	01/01/1998
40.0	01/19/1998
55.0	01/30/1998
80.9	02/11/1998
508.0	02/12/1998
3.5	02/17/1998
48.8	03/18/1998
12.0	03/20/1998
168.9	03/27/1998
98.0	03/27/1998
128.0	04/07/1998
21.6	06/01/1998
100.0	06/11/1998
770.0	07/01/1998
142.0	07/24/1998
61.5	08/18/1998
129.4	08/30/1998
1,450.0	10/05/1998
30.0	10/12/1998
17.0	10/15/1998
8.0	10/22/1998
12.0	11/30/1998
50.0	12/28/1998

En la Tabla 6.8 se muestra una prueba de  $X^2$  para estos datos y una distribución de Poisson con  $\lambda = 1,9$ . El número previsto de meses con eventos de cero a cinco o más, se calcula utilizando el número total de meses (12) y la probabilidad de Poisson para el

número de eventos en un mes (con  $\lambda = 1,9$ ). La fórmula completa se dio anteriormente. La estadística de  $X^2$  se calcula a continuación, normalmente utilizando el cuadrado de la diferencia entre el observado y esperado, dividido por el esperado (véase la fórmula dada anteriormente). Dado que el valor de  $X^2$  está por debajo del valor crítico para 0.05, la hipótesis de distribución de Poisson no se rechaza.

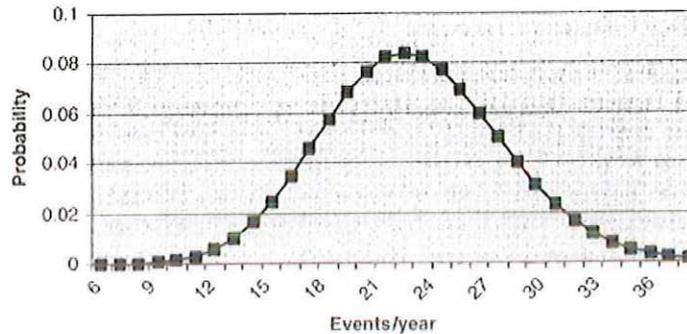


Figura 6.6 Distribución de Poisson para eventos anuales con datos ajustado para  $\lambda = 1,9$  mensual.  
Eje X: Pérdida por año. Eje Y: Probabilidad

Tabla 6.8 Prueba Chi-cuadrado para el ajuste de datos de la distribución Poisson

Evento	Meses	Probabilidad	Esperada	$X^2$	Crítico 0,05
0	2	0,15335	1,84	2,173606	
1	3	0,28754	3,45	2,608328	
2	3	0,26957	3,23	2,782216	
3	2	0,16848	2,02	1,978465	
4	2	0,07898	0,95	4,220725	
5+	0	0,04208	0,5	0	
10	12	1	12	13,76334	18,30703

Usando la frecuencia de Poisson y de la severidad de GPD para generar una distribución de pérdidas a través de Monte Carlo da la distribución final, tal como se muestra en la Figura 6.7. Usando los valores de pérdida acumulados anuales, la distribución de pérdida de exceso se puede utilizar para determinar la máxima pérdida anual esperada en un nivel de confianza escogido. Las cifras dadas en la Tabla 6.9 reflejan la distribución de pérdidas anuales. Estos datos pueden ser utilizados en una estrategia de financiamiento para desarrollar el aprovisionamiento y los requisitos de capital para la unidad de negocio. Por ejemplo, para cubrir el exceso de las pérdidas en un año promedio en un nivel de confianza del 95%, se necesita la cifra 740 (de la Tabla 6.5). Con el fin de contabilizar las variaciones anuales y cubrir todas las pérdidas excesivas en el 95% de los años, se necesita la cifra 12.749 (de la Tabla 6.9).

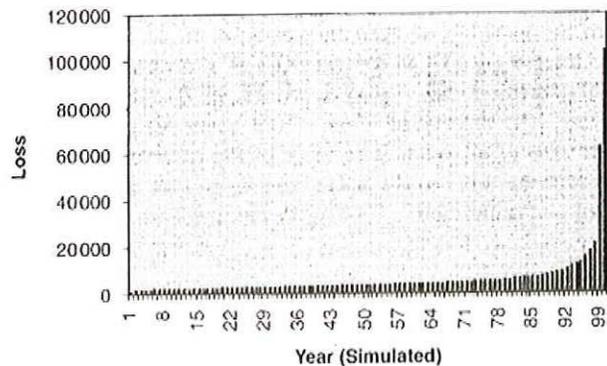


Figura 6.7 Pérdidas anuales ordenadas de una simulación de Monte Carlo de la distribución de frecuencia de Poisson ( $\lambda = 1,9$ ) y la distribución generalizada de Pareto (GPD) ( $\xi = 0,78, \beta = 62$ ). Eje X: Años. Eje Y: Monto de la pérdida.

Tabla 6.9 Cifras de la distribución anual de la pérdida acumulada

Nivel de Confianza	Valor de Exceso
90%	7764
95%	12749
99%	62365

### 6.3.2. Valor en Riesgo de exceso de pérdidas

La GPD es una distribución de pérdidas del exceso de pérdidas por encima del umbral definido antes. Seleccionar una nivel de confianza en esta distribución (por ejemplo 90%) significa que el exceso de pérdidas (pérdidas que exceden el umbral) en un año no superará el nivel de 90% del tiempo. El año solo se extiende a varios periodos utilizando la simulación de dos fases que incorpora una distribución de Poisson para la frecuencia de los eventos de pérdida en exceso. Usando la distribución de múltiples periodos de exceso de pérdidas y seleccionando el mismo nivel de confianza tiene el siguiente significado. Las pérdidas totales en exceso de un porcentaje de los años no se excederán. En el ejemplo usted necesitaría una reserva de 397 con el fin de cubrir el 90% del exceso de pérdidas esperadas en un año típico (véase el cuadro 6.5). Sin embargo, se necesitaría una reserva de 7764 con el fin de cubrir todas las pérdidas en exceso para 90% de los años (ver tabla de valores de confianza para las pérdidas acumuladas anuales). Además, si el umbral se establece de modo que el exceso de pérdidas se producen menos de 1% del tiempo (factor de cobertura  $k = 2,33$  para el normal), entonces el significado de los valores relativos a todas las pérdidas se puede establecer como sigue. La reserva de 397 cubrirá el 90% de las pérdidas en exceso que están por encima de 90% de todas las pérdidas. En otras palabras, el 99,9% de todas las pérdidas esperadas en el año típico. La reserva de 7764 cubrirá todas las pérdidas en exceso (100% de todas las pérdidas) para el 95% de todos los años. El valor de la reserva requerido también debe tener en cuenta el análisis de error para la distribución de exceso de pérdida (lo cual puede ser muy grande) y otros factores relacionados con la estrategia de la empresa y el medio ambiente.

#### 6.4. RESUMEN

La metodología EVT presentada es un modelo de pérdida de múltiples períodos con dos distinciones importantes. En primer lugar, se utiliza la distribución de Pareto generalizada (GPD) como una de las distribuciones de valores extremos para adaptarse a las pérdidas. En segundo lugar, sólo se aplica a las pérdidas de sobre un umbral específico (exceso de pérdidas). Al centrarse en las estimaciones de pérdida de exceso, la metodología EVT promete mejorar las técnicas paramétricas tradicionales que utilizan la totalidad de los datos subyacentes y medidas de tendencia central (por ejemplo, medias y varianzas). La determinación del umbral es esencial en la aplicación de EVT al riesgo operacional. Cuando se combina con la distribución de frecuencias de Poisson, puede ser estimado un valor en riesgo de exceso de pérdidas.

#### 6.5. LECTURA ADICIONAL

La aplicación básica de los modelos de pérdida se describe en Klugman et al. (1998), aplicándolos principalmente a problemas de seguros. Los primeros trabajos sobre la aplicación de la EVT incluyen Smith (1987) y Castillo (1988). Para algunas aplicaciones de financiación, ver las últimas obras de McNeil y Saladin (1997) y Cruz et al. (1998). Consulte el Capítulo 11 sobre EVT para referencias y un fondo más teórico.

**SECCIÓN III**  
**MODELACIÓN**  
**DEL RIESGO**  
**OPERACIONAL**

## 7. MODELOS DELTA - EVT PARA RIESGO OPERACIONAL

### 7.1. INTRODUCCIÓN

La aplicación de la metodología de Delta-EVT al riesgo operacional requiere el desarrollo de un conjunto específico de los modelos de negocio, modelos de factores de riesgo, modelos de pérdida, escenarios plausibles, y las medidas de riesgo de la empresa. En este capítulo se presenta un conjunto esquelético de estos componentes que se pueden utilizar como la arquitectura para la construcción de un sistema de medición del riesgo operativo junto con un ejemplo a profundidad de su aplicación. Los modelos presentados son necesariamente más simples que las que se encuentran en las aplicaciones del mundo real, pero pueden servir como plantillas para crear versiones más sofisticadas que aborden las necesidades específicas de una empresa.

El capítulo comienza con una plantilla de modelo de negocio y la identificación de los procesos y actividades de valor agregado relacionados. Luego se desarrollan modelos de medición del riesgo operacional asociados con el modelo de negocio basado en el método Delta. A continuación, se presentan las técnicas de construcción de modelos de pérdida junto con algunas ideas para la generación de grandes volúmenes de datos de eventos de pérdida por escenarios. Por último, se analizan las medidas de riesgo operacional brevemente y luego se calculan en un ejemplo basado en una empresa ficticia llamada Banco de Génova.

### 7.2. MODELO DE NEGOCIO

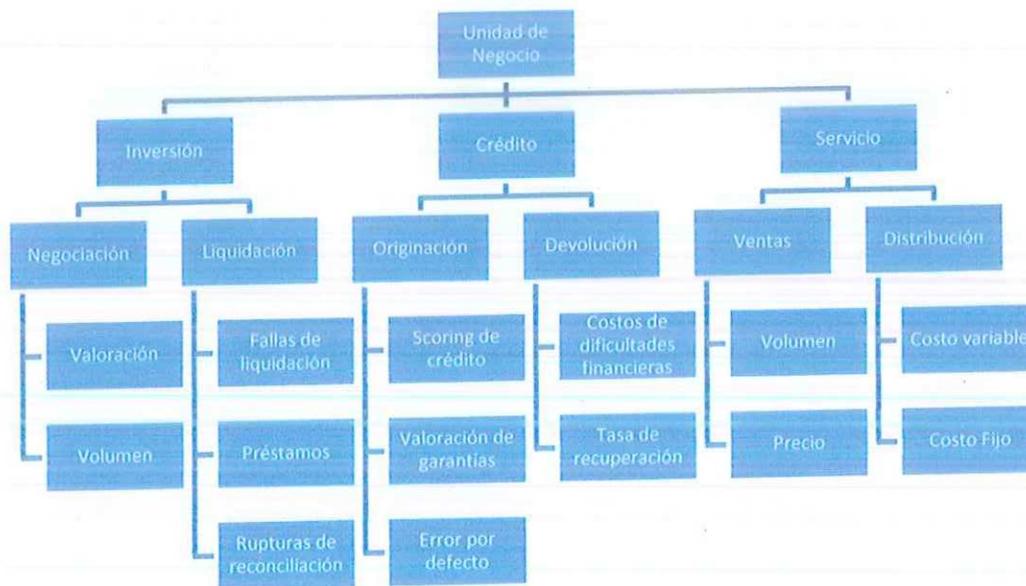
Los modelos de negocio son la unidad básica de análisis para el riesgo operativo. Contienen los procesos de valor agregado dentro de cada unidad de negocio en la empresa, así como las actividades y los factores dentro de estos procesos que se combinan para formar la jerarquía de la empresa. Los modelos de negocio son obviamente de una empresa determinada, pero el modelo general dado aquí debería proporcionar un buen comienzo para los profesionales. En los ejemplos se incluyen las definiciones de cada nivel de la jerarquía, junto con los modelos de riesgo para el nivel más bajo. Para reforzar la comprensión del modelo de negocio, se proporciona una serie de definiciones básicas la siguiente manera:

- **Unidad de Negocio:** La unidad de negocio es la unidad de análisis de riesgo operativo y normalmente corresponde a una unidad de informes de pérdidas y ganancias (P & G) de la empresa. Es importante que se reporte y administre una cifra de pérdidas y ganancias (u otra figura relacionada con los ingresos) para la unidad, para que las medidas de riesgo operativo puedan ser comparadas y combinadas con medidas de desempeño.
- **Proceso de valor agregado:** Un proceso de valor agregado es un componente de ánimo de lucro para la unidad de negocio. Consiste en la entrega de un producto o servicio que los clientes de la empresa ven como el valor añadido por la empresa.

- **Actividad:** Una actividad es una función importante en la cadena de valor para el proceso de valor agregado. Por ejemplo, en el mercado de capitales, las funciones de negociación, liquidación y gestión normalmente deben ser identificadas como las principales actividades del proceso.
- **Factor de riesgo:** Un factor de riesgo es un contribuyente a la volatilidad de los ingresos de la actividad. Se trata de un factor causal que está vinculado a los ingresos de los procesos de valor agregado a través de una función de valor, y su volatilidad (incertidumbre aleatoria) será medida o estimada directamente.

La Figura 7.1 muestra un modelo de negocio sencillo y factores de riesgo asociados. Una breve descripción de cada uno de estos factores se da en la Tabla 7.1.

Muchos otros modelos de la empresa son posibles. Por ejemplo, el proceso de inversión podría tener la gestión del comercio como una de sus actividades. Del mismo modo, el volumen podría aparecer como un factor para la actividad de originación de créditos. La decisión de qué incluir se basará en gran medida en el nivel de detalle necesario para el modelo de negocio, la identificación de los factores importantes, y la disponibilidad de información oportuna sobre los mismos. Por lo general es mejor comenzar con un modelo sencillo y ampliarlo según sea necesario para explicar las partes importantes del riesgo operacional en la empresa. Las técnicas para la identificación y evaluación de los factores de riesgo se discuten con más detalle en el capítulo 9 sobre modelos causales de Riesgo Operacional.



**Figura 7.1** Ejemplo de un modelo de negocio para una empresa financiera. Los procesos y actividades de la unidad de negocio se muestran en los cuadros sombreados. Los factores de riesgo se enumeran debajo de las actividades pertinentes.

**Tabla 7.1 Tabla de procesos y factores de riesgo asociados de un modelo de negocio**

Proceso	Actividad	Factor de Riesgo	Descripción
Inversión	Negociación	Valoración	Variación de ganancias resultante (principalmente) de los errores en el modelo de valoración y errores en los valores de mercado
		Volumen	Variación de los ingresos debido a los cambios de volumen
	Liquidación	Fallas	No entregar el día establecido
		Préstamos Rupturas	Préstamos por motivos de seguridad no al a mano Dinero en efectivo o valores contables no reconciliados
Crédito	Originación	Scoring	Error de puntuación de crédito (porcentaje de préstamos anotado en el grupo de calidad equivocado).
		Morosidad	Error en la tasa de incumplimiento (incertidumbre en la estimación)
		Garantías	Error en la valoración de las garantías.
	Recuperación	Apuros	El costo de los préstamos en dificultades (antes de la recuperación)
		Recuperación	Error en la tasa de recuperación
Servicio	Ventas	Volumen	Variación de los ingresos debido a los cambios de volumen
		Precio	Variación en los ingresos debido a cambios en los precios
	Distribución	Costo variable	Variación de los ingresos debido a la variación en el costo variable
		Costo fijo	Variación de los ingresos debido a la variación en el costo fijo

### 7.3. MODELOS DE RIESGO

Los modelos de riesgo relacionan los factores de riesgo de las actividades de los procesos de valor agregado a través de una función de valor. Esta función es la relación entre el factor y ganancias, y está diferenciada para obtener la sensibilidad, que es la relación entre el cambio en el factor y el cambio en los ingresos. Para cada uno de los factores de riesgo, se puede escribir una función de valor en relación al factor de ganancias. Esta función, luego es diferenciada para crear la base de la ecuación de modelo de riesgo. La contribución total al riesgo a menudo se calcula dividiendo un grupo de características clave, tales como la cantidad nominal, el producto o el rating de crédito, para determinar la volatilidad del riesgo. Este procedimiento se realiza para cada factor en la inversión, el crédito, y el servicio de los procesos en las siguientes secciones. El análisis parte de considerar cada categoría de riesgo y los posibles factores de riesgo para la misma. Aunque no se muestra la ecuación de ingresos, se entiende fácilmente a partir de la ecuación diferenciada. Una tabla resume a continuación los factores de riesgo importantes para cada categoría. Por último, se presentan los modelos de riesgo utilizando volatilidades de los factores, las sensibilidades y las particiones.

#### 7.3.1. Proceso de Inversión

El proceso de inversión incluye las actividades de negociación y liquidación. Para cada una de las categorías de riesgo de valoración, la puntualidad, la reconciliación y el cumplimiento, factores de riesgo y sus funciones de valor agregado son considerados. Suponemos que los factores de riesgo que se utilizarán para el modelo de riesgo operacional son los que figuran en las tablas siguientes. Los modelos de riesgo son

entonces desarrollados para estos factores y se muestran en las siguientes secciones. La negociación incluye los riesgos por volumen (exposición) y valoración (modelo). Para la actividad de liquidación, la función de valor incluye el costo de operación, el costo de los préstamos (con el fin de ofrecer una seguridad que no está a la mano), y las reclamaciones de intereses (cuando no se realiza la entrega según lo prometido). A fin de proporcionar una imagen más completa de la actividad de liquidación de la inversión, también se incluyen las rupturas de reconciliación. Estas son interrupciones de las cuentas nostro y depot para las cuentas de efectivo y valores en bancos corresponsales. Los modelos de riesgo del ejemplo no incluyen factores de riesgo de cumplimiento.

### *Función Ganancias (diferenciada) (Tabla 7.2)*

**Tabla 7.2 Funciones de valor agregado para actividades de negociación y liquidación de la banca de inversión**

$\Delta E$ (Negociación) = f (Instrumento, Exposición $\epsilon_r$ , Modelo $\epsilon_e$ )
$\Delta E$ (Liquidación) = f (Exposición, Costo del Préstamo $\epsilon_r$ , Fallos $\epsilon_e$ , Rupturas $\epsilon_e$ )

### *Factores de Riesgo (Tabla 7.3)*

**Tabla 7.3 Errores del proceso de inversión**

Categoría de Riesgo	Ejemplo de factor de riesgo
Valoración	Modelo de error resultante de errores en el modelo de valoración y errores en los valores de mercado.
Puntualidad	Demandas de interés potencial de incumplimientos en la liquidación. Costo de endeudamiento de las posiciones cortas
Reconciliación	Interrupciones de cuentas vencidas nostro y depot en bancos corresponsales.
Cumplimiento	El incumplimiento de los procedimientos internos en la originación del cliente y los productos, y la negociación. El incumplimiento de los límites.

### *Modelos de Riesgo*

- *Actividad de Negociación*

$$\text{Riesgo de Volumen: } \sigma_E^2 = \sum_k \sigma_{r,k}^2 N_k^2 R^2$$

$$\text{Riesgo de Valoración: } \sigma_M^2 = \sum_p \sigma_{m,p}^2 N_p^2 V_p^2$$

Donde

E = ingresos,

V = volumen,

N = valor nominal de la transacción monetaria,

R = rendimiento sobre el nominal (margen),

k = partición en la cantidad nominal,

p = partición en el producto.

- *Actividad de liquidación*

Riesgo de liquidación:

$$\sigma_{E.S}^2 = \sum_P \sum_{i=1,n} \{Pr(d = i | d > 0) N_P V_P (e^{r*d/360} - 1)\}^2 \sigma_{Pr(d>0)}^2$$

Riesgo de Préstamo:

$$\sigma_{E.B}^2 = \sum_P \sum_{i=1,n} \{Pr(d = i | d > 0) N_P V_P (e^{r*d/360} - 1)\}^2 \sigma_{Pr(d>0)}^2$$

Riesgo de Reconciliación:

$$\sigma_{E.R}^2 = \sum_P \sum_{i=1,n} \{Pr(d = i | d > 0) N_P V_P (e^{r*d/360} - 1)\}^2 \sigma_{Pr(d>0)}^2$$

Donde

Pr(d) = probabilidad de *d* días de retraso,

*r* = tasa de interés,

*n* = número de días máximo de retraso.

### 7.3.2. Proceso de Préstamos

Del mismo modo, las dos actividades principales para el proceso de préstamo son originación de créditos y amortización. Los principales factores para cada uno se muestran en las fórmulas a continuación. Los factores de riesgo en la originación de préstamos son el tipo de instrumento de préstamo (por ejemplo, garantías), el volumen de los préstamos (exposición), el error en la valoración de las garantías, y el error en la calificación crediticia. Para la actividad de amortización, los riesgos son los costos de los préstamos en dificultades (antes de la morosidad) y los errores de recuperación ( $\epsilon$ ). En este caso, los factores de riesgo de cumplimiento y los errores en la tasa de morosidad no se han abordado de manera explícita.

*Función Ganancias (diferenciada) (Tabla 7.4)*

**Tabla 7.4 Funciones de valor agregado para las actividades de crédito y el pago del proceso de préstamo**

$\Delta E$  (Originación de crédito) = f (Instrumento, Exposición, Scoring  $\epsilon$ , Morosidad, Garantía  $\epsilon$ )

$\Delta E$  (Amortización) = f (Exposición, Recuperación  $\epsilon$ , Dificultad  $\epsilon$ , Morosidad)

Factores de Riesgo (Tabla 7.5)

Tabla 7.5 Categorías y ejemplos de factores de riesgo

Categoría de Riesgo	Ejemplo de factor de riesgo
Valoración	Error de puntuación resultante de errores en el modelo de puntuación y errores de los valores de entrada. Error de valoración de las garantías.
Puntualidad	Reconocimiento de la lista de observación fuera de plazo de préstamos en dificultades, retrasos en los pagos de los saldos pendientes.
Reconciliación	Tasa de error por defecto y error en la tasa de recuperación.
Cumplimiento	El incumplimiento de los procedimientos internos de originación del cliente y los productos, y los préstamos. El incumplimiento de los límites, o por no lograr la combinación de calidad específica para los préstamos.

Modelos de Riesgo

- *Actividad de Originación*

$$\text{Riesgo de Scoring: } \sigma_L^2 = \sum_r (OV_r R_r \sigma_r \delta_{r-1,r})^2$$

$$\text{Riesgo de evaluación de garantía: } \sigma_L^2 = \sum_c (\Pr(D_r) C_{r,c} R_r \sigma_c)^2$$

- *Actividad de Amortización*

$$\text{Recuperación de errores: } \sigma_L^2 = \sigma_R^2 \left( R \sum_r \Pr(D_r) OV_r \right)^2$$

$$\text{Riesgo de embargo: } \sigma_L^2 = \sum_r \left( (\Pr(W_r) - \Pr(D_r)) OV_r \sum_i \left( e^{\frac{nd}{360}} - 1 \right) P_r(d=i) \right)^2$$

Donde

OV = valor pendiente del préstamo (ajustado por garantía),

$\sigma_r$  = error calificación,

$\delta_{r-1,r}$  = porcentaje de error en la valoración entre la clase nominal del préstamo y una clase baja,

C = valor de la garantía,

$\sigma_c$  = Error de valoración de las garantías,

r = partición usando la calidad del crédito,

c = partición utilizando el tipo de garantía,

$\Pr(D_r)$  = probabilidad de morosidad,

n = tasa de interés anual,

$\Pr(W_r)$  = probabilidad de estar en la lista de observación (en peligro de embargo),

R = tasa de recuperación.

### 7.3.3. Proceso de Servicios

Para el proceso de los servicios las dos actividades principales son la función de ingresos o ventas y la función de fabricación o distribución. El análisis calcula un riesgo empresarial con los principales factores de volumen, el precio y el costo (o margen) dividida (opcionalmente) a lo largo de la gama de productos.

*Función Ganancias (diferenciada) (Tabla 7.6)*

**Tabla 7.6 Funciones de valor agregado para las actividades de ventas y distribución de los procesos de servicios**

$$\Delta E (\text{Ventas}) = f (\text{Volumen } \epsilon, \text{ Producto, Precio } \epsilon)$$

$$\Delta E (\text{Distribución}) = f (\text{Margen } \epsilon, \text{ Producto, Volumen})$$

*Factores de Riesgo (Tabla 7.7)*

**Tabla 7.7 Causas de errores en el proceso de servicio**

Errores	Descripción
Valoración	Errores en los precios, la volatilidad de volumen. Costo varianzas.
Puntualidad	Cuentas a cobrar, fallas reservas.
Reconciliación	Costo errores de asignación.
Cumplimiento	El incumplimiento de los procedimientos internos en la originación del cliente y los productos, y el servicio. La imposibilidad de lograr mercado objetivo o la mezcla de productos

*Modelos de Riesgo*

- *Actividad de Ventas*

$$\text{Riesgo de volumen de ventas: } \sigma_{E,S}^2 = \sum_k (P_k - C_k)^2 \sigma_{k,S}^2$$

ó

$$\sigma_{E,S}^2 = \sum_k R_k^2 \sigma_{S,k}^2$$

$$\text{Riesgo de fijación de precios: } \sigma_{E,P}^2 = \sum_k \sigma_{p,k}^2 S_k^2$$

- *Actividad de Distribución*

$$\text{Riesgo de costo variable: } \sigma_{E,VC}^2 = \sum \sigma_{VC,k}^2 S_k^2$$

$$\text{Riesgo de costo fijo: } \sigma_{E,FC}^2 = \sum_k \sigma_{FC,k}^2 \left( \frac{S_k}{\sum_i S_i} \right)^2$$

Donde

$E$  = las ganancias,

$S$  = volumen de ventas,

$N$  = valor nominal,

$R$  = rendimiento del nominal (margen),

$P$  = precio,

$k$  = partición del tipo de producto.

$$\text{Riesgo de márgen por producto: } \sigma_{E,R}^2 = \sum_k \sigma_{R,k}^2 S_k^2$$

#### 7.4. MODELOS DE PÉRDIDA

Además de los modelos causales, se necesita un modelo de pérdida para el cálculo del exceso de pérdida de la unidad de negocio. El modelo de pérdida es un método estadístico paramétrico basado en un conjunto de datos de pérdida. Para empezar, las pérdidas reales se registran de acuerdo con un esquema de clasificación utilizado para escenarios y evaluación de riesgos. La fecha del evento de pérdida y la severidad (la cantidad de la pérdida) son registradas. Para facilitar la generación del escenario, debe ser proporcionada una descripción del evento de pérdida en suficiente detalle junto con la clasificación de la pérdida. Este texto descriptivo es muy importante, ya que permitirá que se construyan los escenarios plausibles independientemente del esquema de clasificación elegido (Tabla 7.8). Tenga en cuenta que no existe relación de causalidad unido a grandes pérdidas, por lo que la clasificación no tiene que formar una partición en las pérdidas. Es sólo una forma cómoda de llevar un registro de la pérdida y relacionarla a un escenario, porque todas las pérdidas de la unidad de negocio se utilizarán en el mismo modelo de pérdida.

**Tabla 7.8 Requisitos de la base de datos para modelos de grandes pérdidas**

Errores	Descripción
Unidad de negocio	Nombre de la unidad de negocios acusada de pérdida.
Fecha	Fecha del siniestro
Severidad	Importe de la pérdida (en moneda local)
Categoría	Categoría de evaluación de la causa principal de la pérdida
Descripción	Descripción detallada de la pérdida, incluyendo los factores clave, las circunstancias atenuantes y eventos relacionados.

#### 7.5. ESCENARIOS

Muchos eventos raros no pueden ser incluidos en la base de datos debido a que la pérdida de los registros no se han mantenido durante un tiempo suficientemente largo, o hay una experiencia limitada. Sin embargo, estos raros acontecimientos y sus consiguientes pérdidas pueden modelarse utilizando escenarios. Un escenario es una pérdida (frecuencia y severidad de eventos) que se describe con suficiente detalle que se considera plausible, dadas las características relevantes de la unidad de negocio. Los escenarios plausibles son relevantes, ya que incluyen una descripción de los factores causales para el evento, y una medida de su

frecuencia y severidad con base en las características relevantes de la unidad de negocio. En la práctica, los escenarios posibles se basan en hechos históricos y acontecimientos en otras empresas que se pueden modificar para crear los escenarios plausibles para su empresa. Una lista completa de los posibles escenarios no está disponible, pero las categorías de evaluación utilizadas para la gobernanza pueden ser un buen lugar para comenzar. Considere los escenarios para las categorías que se muestran en la Figura 7.2.

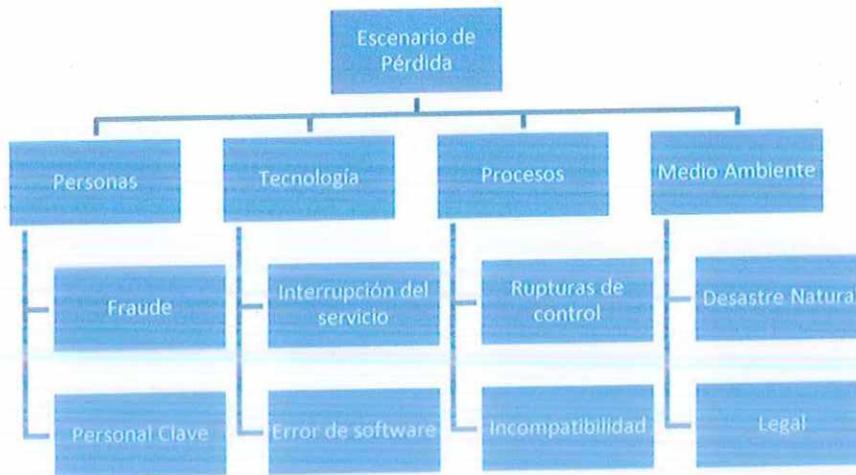


Figura 7.2 Escenario de clasificación de pérdida

Utilizando esta clasificación y las pérdidas de escenarios, pueden ser especificados la frecuencia y la severidad de cada pérdida de acuerdo a las características de funcionamiento de la empresa. Por ejemplo, la pérdida máxima esperada se puede utilizar como el umbral determinando la severidad (que se convierte en el mínimo) y la máxima en juego es la máxima pérdida inesperada. Aunque los escenarios son subjetivos por naturaleza, estos dos puntos de partida unidos ayudan a los valores de frecuencia y pérdida de los escenarios. Las autoevaluaciones de control y las bases de datos de pérdidas, que tienen clasificación similar y descripciones detalladas, también pueden ayudar a proporcionar la información necesaria para la construcción de escenarios significativos. Los modelos de los procesos se utilizan para escalar los valores de la base de datos pérdida y determinar la frecuencia y la severidad de la pérdida de los escenarios. También un factor crítico para la severidad es la estimación de la probabilidad de detección para las pérdidas (por ejemplo, que exceda la máxima pérdida esperada). Esta probabilidad determina la pérdida acumulada posible en el tiempo (las pérdidas para el mismo evento de pérdida) que puedan ocurrir. También puede ayudar a separar los escenarios en eventos individuales de grandes pérdidas y grandes pérdidas prolongadas (pérdidas de varios eventos relacionados a lo largo de un periodo de tiempo).

## 7.6. MEDIDAS DE RIESGO

Las medidas de riesgo son los resultados del sistema de medición del riesgo operacional. Se utilizan para medir el nivel de riesgo operativo y constituyen la base para el cálculo de los requerimientos de capital económico para la unidad de negocio. Las medidas de

Delta-EVT son medidas de pérdida de las dos pérdidas de generación de fuentes, los procesos de valor agregado y los acontecimientos raros. Teniendo en cuenta la pérdida operativa y distribución de exceso de pérdida, las medidas de riesgo son las estadísticas de los mismos. Una de las medidas de riesgo más importantes es el valor en riesgo (VaR). El VaR se define como la pérdida máxima de un intervalo de confianza específico durante un período de tiempo definido (Jorion 1997). Las medidas de riesgo operacional proporcionadas por Delta-EVT son las siguientes:

1. Pérdida operativa máxima: El valor de la pérdida de la distribución de pérdidas operativas a un nivel de confianza determinado (por ejemplo, 95%).
2. Valor en riesgo: El valor de las pérdidas operativas a un determinado nivel de confianza (por ejemplo, 95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).
3. Exceso de pérdida máxima: el valor de la pérdida de la distribución del exceso de pérdidas a un determinado nivel de confianza (por ejemplo, 95%).
4. El exceso de valor en riesgo: El valor del exceso de las pérdidas en un nivel de confianza específico nivel (por ejemplo, 95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).

## **7.7. EJEMPLO DETALLADO DEL BANCO DE GENOVA**

Un ejemplo detallado del cálculo de medidas de riesgo operacional mediante una empresa ficticia denominada Banco de Génova, demuestra la aplicación de las ideas esenciales. Los pasos para la implementación de la metodología de Delta-EVT para el Banco de Génova son:

1. Desarrollar el modelo de negocio
2. Aplicar la metodología Delta
3. Determinar el umbral
4. Aplicar la metodología EVT
5. Calcular las medidas de riesgo operacional

En el resto del capítulo estos pasos se llevan a cabo como un ejercicio ejemplo usando la información ficticia para el Banco de Génova.

### **7.7.1. Paso 1: Desarrollar el Modelo de Negocio**

El Banco de Génova tiene una sola unidad de negocio - la operación de los mercados de capital. Sin embargo, en esa sola unidad, todos los procesos de valor agregado están presentes, por lo que el cálculo del riesgo operacional incluye la mayor parte de las técnicas descritas anteriormente. El modelo y los factores de riesgo asociados para la unidad de negocios del Banco de Génova se desarrollan y se muestran en la Figura 7.3. Otros modelos y factores de riesgo se pueden elegir, pero un juicio basado en toda la información disponible hace que estos factores sean inicialmente los más importantes. (Una discusión más detallada de las técnicas para la determinación de los factores de riesgo se presenta en el Capítulo 9 sobre los modelos causales para el riesgo operativo.)

Como antecedentes básicos, se presentan el estado de resultados y el balance general de Génova del Banco a continuación de forma abreviada (Cuadros 7.9 y 7.10). A partir de éstos, las características operativas que son relevantes a las ganancias se derivan, y los

factores de cada uno de los procesos de valor agregado se desarrollan y se relacionan con las ganancias utilizando el método Delta. Entonces se determina el umbral para la pérdida de gran tamaño. A continuación, se da un historial de pérdidas y los escenarios se desarrollan para generar un modelo de pérdida utilizando el método EVT. Por último, las distribuciones de pérdidas generadas se utilizan para calcular un conjunto de medidas de riesgo operativo para la unidad de negocio.

Como puede verse, el Banco de Génova es un banco de inversión, de tamaño razonable (más de 100 mil millones de euros) con buenos resultados. El precio de la acción es, probablemente, alrededor de 100 euros, lo que significa que el valor de mercado es de más de 7,5 mil millones de euros. El rendimiento sobre el patrimonio de los accionistas es de aproximadamente el 13%, una cifra saludable para el sector financiero. El primer paso para el cálculo de medidas de riesgo operacional es buscar en el proceso de valorización de las inversiones, el crédito y los servicios que están involucrados en esta operación de los mercados de capital.



Figura 7.3 Modelo de negocio para el ejemplo del mercado de capitales del Banco de Génova

**Tabla 7.9 Estado de Resultados del Banco de Génova**

Estado de Resultados (en millones de Euros)	
Los ingresos netos por transacciones de valores	1,500
Comisiones netas	500
Total ingresos por operaciones	2,000
Gastos generales y administrativos	(1,200)
Utilidad antes de la provisión e impuestos	800
Provisiones netas para insolvencias	(100)
Resultado antes de impuestos	700
impuesto sobre la renta	(154)
Los ingresos netos	546
Acciones en circulación	75,324,323
Utilidad por acción	7.25

**Tabla 7.10 Balance General del Banco de Génova**

<b>Balance General (en millones de Euros)</b>	
<b>Activos</b>	
Operaciones de tesorería y operaciones interbancarias	8,183
Los títulos para negociación	111,989
Valores disponibles para la venta	6,434
Inversiones en títulos valores	978
Activos fijos	1,494
<b>Total activos</b>	<b>129,078</b>
<b>Pasivo</b>	
Operaciones de tesorería y operaciones interbancarias	15,343
Los títulos para negociación	90,323
Bonos y otros valores negociables	11,323
Los intereses devengados, provisiones y otros pasivos	7,343
El patrimonio neto (fondos propios)	4,200
Los ingresos netos	546
<b>Total del pasivo y patrimonio neto</b>	<b>129,078</b>

### **7.7.2. Paso 2: Aplicar el Método Delta**

El siguiente paso es aplicar el método Delta a cada uno de los procesos de inversión, préstamos, y servicios que se especifican en el modelo de negocio, comenzando a continuación con las actividades de negociación y liquidación del proceso de inversión. Para este ejemplo se utiliza a menudo el supuesto de distribución gaussiana para el riesgo. El método Delta aplicado utilizando la hipótesis de una distribución gaussiana (o "normal") se conoce con frecuencia como Delta-normal.

### **7.7.3. Proceso de Inversión**

La información adicional necesaria para llevar a cabo el análisis de la inversión consiste en el resumen de la actividad comercial y la información del producto en las Tablas 7.11 y 7.12. Hay una considerable cantidad de las operaciones por cuenta propia (aproximadamente el 20%). Se calculará el error de valoración del proceso de inversión para las operaciones por cuenta propia en primer lugar. Utilizando solamente los valores de los productos que se comercializan, para las operaciones por cuenta propia, los errores del modelo para cada tipo de instrumento se propagarán a la función de los ingresos. Los errores del modelo se basan en un estudio del Banco de Inglaterra (Banco de Inglaterra 1997) y se muestra en la Tabla 7.13.

El modelo de error para la valoración de las operaciones propias puede ahora proceder con el volumen diario utilizado para desarrollar un error para los ingresos diarios debido al error del modelo (valoración). El error para Swaps se tomará como el error de Bonos de la mesa, ya que los errores debidos al cálculo de la curva de rendimiento se asumen como similares. De lo contrario, los derivados asumirán la tasa de error Vainilla y los productos Estructurados tendrán una tasa de error del 20% a partir de los Exóticos. Esto le da a la Tabla 7.14 el error de contribución (cantidad de errores multiplicado por el volumen al cuadrado) a partir de la valoración de la cartera de las operaciones por cuenta propia de las ganancias de un día.

**Tabla 7.11 Volumen de operaciones del Banco de Génova**

<b>Volúmenes de operaciones</b>	
Operaciones del cliente	4,000
Transacciones por día	400,000
Valor medio por transacción	300
Margen medio por operación (en puntos básicos)	1,600
Volumen nominal por día (millones) Ingresos por día (en millones)	4.8
Operaciones por cuenta propia	
Transacciones por día	1,000
Volumen de operaciones por cuenta propia por día (en millones)	400
Tamaño de la cartera (millones)	22,398
Rentabilidad sobre portafolio	12%
Ingresos por día (en millones)	10
Los ingresos totales (millones de euros)	15
Costos directos diarios	(9)
Ganancias diarias antes de impuestos y provisiones	6.1

**Tabla 7.12 Productos negociados del Banco de Génova**

Operaciones del cliente	Volumen Nominal (millones de Euros)	%
Renta fija	680	42.5
Acciones	536	33.5
Derivados	40	2.5
Swaps	336	21
Productos estructurados	8	0.5
<b>Total</b>	<b>1,600</b>	<b>100</b>
<b>Operaciones por cuenta propia</b>		
Renta fija	170	42.5
Acciones	134	33.5
Derivados	10.00	2.5
Swaps	84	21
Productos estructurados	2	0.5
<b>Total</b>	<b>400</b>	<b>100</b>

**Tabla 7.13 Tabla del modelo de errores para el Banco de Génova**

Producto	Desviación Estándar (%)
Acción	0.1
Bono	0.3
Vainilla	5
Exótico	20

Como era de esperar, la mayoría de los errores se encuentran en Derivados y Productos Estructurados, con poco error en los productos líquidos a precio de mercado. A continuación se calculan los costos de transporte para la operación. Estos costos

consistirán en los costos de liquidación y reconciliación relacionados con la actividad comercial. Una vez más para las operaciones de un día, los errores en la liquidación y reconciliación se utilizarán para determinar la variación en los ingresos debido a estos factores. En las Tablas 7.15 y 7.16 se muestran informes vencidos para la liquidación y la reconciliación. Estos informes se utilizarán para desarrollar los modelos de error para la ejecución los costos.

**Tabla 7.14 Contribución de error de valoración para las operaciones por cuenta propia**

Operaciones por cuenta propia	Volumen (millones de Euros)	%	Error (%)	Contribución del error
Renta fija	170	42.5	0.3	0.260
Acciones	134	33.5	0.1	0.018
Derivados	10.00	2.5	5	0.250
Swaps	84	21	0.3	0.064
Productos estructurados	2	0.5	10	0.040
Total	400	100	0.157	0.632
Error Estándar				0.795

**Tabla 7.15 Informe de fallo en la liquidación para el Banco de Génova**

Año	%	Promedio/día	Costo/comercio	Tasa de fallos	Costo total diario
1	48.9	2445	67	0.035	5705
2	10.5	525	133	0.035	2450
3	10.2	510	200	0.035	3571
4	9.5	475	267	0.035	4435
5	4.6	230	333	0.035	2684
10	1.3	65	667	0.035	1518
30	4.9	245	2005	0.035	17193
60	8.2	410	4020	0.035	57688
100	2.0	100	6723	0.035	23529
Total	100	5,005	678		118774

**Tabla 7.16 Reporte de interrupciones de las cuentas nostro vencidas del Banco de Génova**

Año	Cuentas	Cantidad (miles de Euros)	Porcentaje del total	Promedio / cuenta	Negociaciones estimadas	Costo (Euros)
0 a 4	52	900,323	22.35%	17,313,904	2,251	300,158
5 a 9	85	1,300,500	32.29%	15,300,000	3,251	1,518,135
10 a 29	112	880,343	21.86%	7,860,205	2,201	2,939,373
30 a 59	28	12,343	0.31%	440,821	31	92,921
60 a 89	25	33,923	0.84%	1,356,920	85	426,699
90 o más	23	900,433	22.36%	39,149,261	2,251	15,132,974
Total	325	4,027,865	100%	12,393,431	10,070	20,410,260

Normalmente, los costos derivados de reclamaciones sobre las fallas son aceptados como parte del costo de hacer negocios y son incluidos en los gastos. Pero allí hay dos partes, las demandas de intereses y las rupturas de reconciliación. Ellas pueden muy bien ser las ganancias como las pérdidas, y por lo tanto, en este análisis de errores, un valor esperado de cero es tomado para ellas. En consecuencia, los cálculos corresponden a una variación de los ingresos (no un valor esperado) y representan un error en los resultados esperados debido a los errores y omisiones. El coste de liquidación es simplemente el costo potencial de demandas de interés para todas las operaciones cuya fecha de liquidación pasa la fecha valor. Se calcula sobre la base de una tasa promedio de fallo para todas las operaciones (3,5%) para el Banco de Génova y la probabilidad de un día de demora dado que una operación falla. La hipótesis es una distribución estacionaria histórica para operaciones fallidas, como se muestra en la Tabla 7.15. Una operación fallida puede ser una compra o venta, por lo que la demanda de interés puede ser pagadera o al vencimiento. Asumir la diferencia entre el interés pagado y recibido tiene una desviación estándar de 20% del costo total potencial. Esto da un riesgo de liquidación de 23.755/día y si se amplía por un año usando  $\sqrt{260}$ , el riesgo de liquidación anual sería 0,383 millones de dólares. Para el riesgo de la reconciliación, las cantidades no son tan sencillas.

La "Reconciliación de cuentas vencidas" representa una clase de contabilidad y errores de mantenimiento registrados que incluye interrupciones nostro, depot e intra-sistema (dentro del banco, pero entre la contabilidad o sistemas de información). Estos errores también dan lugar a pérdidas por coberturas incorrectas en carteras erróneamente reportadas, errores de pago, y fallas de conversión de las instrucciones de liquidación que conducen a pérdidas comerciales. Para simplificar el ejemplo, la variación del riesgo operacional se calcula simplemente como una fracción del costo cargado a la cuenta nostro para el año. En la práctica, esta cifra puede ser encontrada para ser un buen indicador de las pérdidas experimentadas. Su fundamento es que, como las interrupciones son de doble cara (ingresos y pagos), las pérdidas de la mitad del importe de la totalidad de la cuenta nostro No deben realizarse con un nivel de garantía del 99,9%. Asumiendo que esto es una pérdida de  $3\sigma$ ,  $1\sigma$  es del 16,5% del total de la cuenta nostro. En la práctica, las operaciones de los administradores probablemente tendrán información más detallada que se utilizará para el costo realizar los cálculos, tales como las relaciones entre el cobro de intereses a favor y en contra, la reconciliación de amortizaciones, y la variación cuentas vencidas.

#### **7.7.4. Proceso Crediticio**

El riesgo operacional en el proceso de préstamo también está presente en el negocio de los mercados de capital en forma de riesgo de contraparte. Los acuerdos comerciales con respecto a los períodos largos que se ejecutan "over the counter" son especialmente propensos al riesgo de contraparte, o el riesgo de que la contraparte de la transacción no cumpla con las obligaciones. La mayoría de las empresas financieras tienen ahora sistemas para calcular el riesgo de crédito de contraparte. La medición del riesgo operacional para el proceso crediticio sólo incluye los errores en la estimación del riesgo de crédito. Los principales errores son de las puntuaciones de crédito (la valoración de la calidad es un error), error de la tasa de morosidad (la tasa de morosidad es una estimación de la incertidumbre asociada), y el error de la tasa de recuperación (la tasa de recuperación es una estimación de la incertidumbre asociada). Para los cálculos, se necesitan la exposición de las contrapartes comerciales y las tasas de incumplimiento de

las calificaciones de calidad crediticia. Estos datos se dan en las Tablas 7.17 y 7.18. Esta información permite el cálculo de los errores en el cálculo de la tasa de morosidad y el aprovisionamiento debido a errores en la clasificación de crédito. Para el error de puntuación, una probabilidad de 0,2 será utilizada para la clasificación errónea de la calidad de crédito. Esto significa que hay un 20% de probabilidades de que un crédito se clasifique en un grupo de clasificación inferior a su verdadero grupo. Usando este modelo simple, se calcula el riesgo operacional debido a la puntuación de crédito (cuadro 7.19).

**Tabla 7.17 Exposición crediticia de las contrapartes de negocios comerciales (millones de euros).**

Operaciones	Exposición	%	Colateral	Exposición Neta
AAA	734	11	43	691
AA	1,893	31	290	1,603
A	1,222	20	233	989
Otra	2,343	38	540	1,803
Total	6,192	100	1,106	5,086

**Tabla 7.18 Tasas de incumplimiento anuales y su desviación estándar para los préstamos de la calidad crediticia del Banco de Génova (Moody 2000).**

Clasificación de riesgo crediticio	Tasa de incumplimiento	Volatilidad (%)
AAA	0.01	0.00
AA	0.08	0.20
A	0.08	0.30
Otra	1.43	1.70

A continuación se calcula el error de la tasa de incumplimiento dividida en la calidad crediticia similar al error de puntuación. En la Tabla 7.20 se muestran los resultados para el riesgo operacional debido a los préstamos a causa de la incertidumbre de incumplimiento crediticio.

**Tabla 7.19 Riesgo operacional debido a un error de puntuación de crédito de las contrapartes en el Banco de Génova. La distribución de la cartera se ajusta con una probabilidad  $20 < 10$  de clasificación errónea**

	Exposición	%	Exposición Ajustada	Colateral	Exposición Delta	Incumplimiento (%)	Ponderado
AAA	734	9	587	43	-146	0.01	0.0000
AA	1893	27	1661	290	-232	0.08	0.0002
A	1222	22	1356	233	134	0.08	0.0002
Otra	2343	42	2587	540	244	1.43	0.0060
Total	6192	100	6191	1106	0		0.64%

Puntuación Error relativo: 9.4%

Puntuación Error: 3402160



**Tabla 7.20 Errores de cálculos de incumplimiento crediticio para el riesgo operativo en el proceso crediticio**

	Exposición	%	Colateral	Exposición Neta	Incumplimiento (%)	Ponderado	Error de incumplimiento	Error de contribución
AAA	734	11	43	691	0.01	0.0000	0.00%	0
AA	1893	31	290	1603	0.08	0.0002	0.20%	3029
A	1222	20	233	989	0.08	0.0002	0.30%	2933
Otra	2343	38	540	1803	1.43	0.0054	1.70%	569583
Total	6192	100	1106	5086		0.58%		575545

Puntuación Error relativo: 1.60%

Puntuación Error: 575545

Para los créditos que incumplen, hay un error adicional en la pérdida dado el incumplimiento representado por el error de la tasa de recuperación. Suponiendo un error en la tasa de recuperación de 15% para una tasa de recuperación esperada de 38%, de la Tabla 7.22 se puede estimar el siguiente cálculo para el error en la pérdida dado el incumplimiento. Las cifras de la tasa de recuperación del 38%, con un error estándar de 1.5% (relativo) están basadas en la tabla de tasas de recuperación (Moody 2000) (Tabla 7.21). Los cálculos se muestran de nuevo en forma de tabla (Tabla 7.22), sino que siguen la fórmula para la combinación de errores dadas anteriormente.

**Tabla 7.21 Tabla de tasas de recuperación basado en Moody (2000)**

Año	Tasa de Recuperación (%)
1990	28
1991	35
1992	39
1993	45
1994	30
1995	38
1996	39
1997	42
1998	45
1999	35
Media	38
Error Estándar	0.6
Error Real	1.5

### 7.7.5. Proceso de Servicios

A continuación se muestran las estimaciones del riesgo operacional en el servicio de procesos de valor agregado. Los factores de la volatilidad por volumen y el margen de error se propagarán a la función de los ingresos. La volatilidad por volumen se calcula a partir de los volúmenes de negociación diario promedio para cada mes del año anterior. La variación del margen se obtiene de los datos de rendimiento de los costos, de

variación del real con el presupuesto, y se encontró que es del 7%. Las cifras de la volatilidad mensual de la operación comercial del cliente se muestran en la Tabla 7.23.

**Tabla 7.22 Errores de cálculos de recuperación para riesgo de crédito en la cartera de negociación**

	Exposición	%	Colateral	Exposición Neta	Incumplimiento (%)	Recuperación	Error de recuperación	Error de contribución
AAA	734	11	43	691	0.0001	0.3800	0.015	20
AA	1893	31	290	1603	0.0008	0.3800	0.015	5530
A	1222	20	233	989	0.0008	0.3800	0.015	2110
Otra	2343	38	540	1803	0.0143	0.3800	0.015	2236100
Total	6192	100	1106	5086		38.00%		2243760

Error de recuperación: 149792

**Tabla 7.23 Cálculos de volatilidad del volumen diario de negociación (trading cliente)**

Mes	Volumen diario
Ene	800
Feb	1800
Mar	1800
Abr	1450
May	2050
Jun	1400
Jul	1300
Ago	1000
Sep	2300
Oct	2150
Nov	1300
Dic	1850
Media	1600
Error Estándar	39
Error Relativo	2.4%

La fórmula para el volumen y el margen en relación a las ganancias es  $E = f(m, v)$ , o el cambio en las ganancias depende simplemente el producto de margen y el volumen.

De esta relación básica las ecuaciones de error para el volumen y las ganancias se pueden derivar de la siguiente manera:

Volumen:

$$\sigma_{E,V}^2 = m^2 \sigma_v^2$$

Margen:

$$\sigma_{E,V}^2 = v^2 \sigma_m^2$$

Poniendo estas dos ecuaciones en una tabla y utilizando las cifras de 4000 operaciones por día, con error relativo 2,4% para el volumen y el margen bruto del 40% (a partir de

estado de resultados) con 7% de error relativo para el margen, proporciona los resultados del riesgo operacional en los servicios (cuadro 7.24). Este error, es el error diario en las ganancias debido a la incertidumbre de volumen y margen. Hay varios métodos para escalar hasta una cifra anual. Uno de los más simples, utiliza una raíz cuadrada del argumento de tiempo en el que el factor de escala es simplemente  $\sqrt{t}$ , donde t es el número de días. Por lo tanto, el factor es la raíz cuadrada de 260 días, o alrededor de 16,1, para un error anual de 2,3 millones de euros. El ejemplo podría haber incluido la partición del margen y los factores de riesgo de volumen por producto con el fin de proporcionar una cifra más precisa.

Tabla 7.24 Resumen de los cálculos de servicios ingresos diarios en Euros

Exposición	Volumen	Ingreso por operación	Error de volumen	Margen	Error de margen	Error de contribución	Error
4800000	4000	1200	0.024	0.4	0.0700	20,226,996,364	142222

### 7.7.6. Resumen de los cálculos del método Delta para el Banco de Génova

Para resumir los cálculos hasta el momento utilizando el método Delta, la Tabla 7.25 muestra los principales factores considerados para cada uno de los procesos de valor agregado y la medida resultante calculada de riesgo operacional.

No es de extrañar que el riesgo operacional en los mercados de capitales esté dominado por valoración. Exposiciones comerciales grandes magnifican incluso pequeños errores en el modelo para crear una fuente importante de riesgo. Lo que es quizás más interesante es la gran cantidad de otros factores de riesgo operacional y la racionalidad aparente de las cifras.

### 7.7.7. Paso 3: Determinar el umbral

Para la pérdida de una sola transacción, el error estándar domina para los procesos de inversión y de crédito, pero el error total es de 13,9 (millones de euros) para el año. Los ingresos totales del año son aproximadamente 2000 millones de dólares (de estado de resultados), por lo que el error es de aproximadamente 0,7%. Seleccionando 2,33 desviaciones estándar (un nivel de confianza del 99% para una distribución normal) para el umbral proporciona 1,62% (relativa) como la pérdida máxima por transacción. Dado que la exposición por transacción es 400.000 Euros, cualquier pérdida por encima de 6.484 euros se debe clasificar como una gran pérdida para el Banco de Génova. En la práctica, se utilizará un valor de 5.000 euros o menos.

### 7.7.8. Paso 4: Aplicar la metodología EVT

Ahora los valores extremos correspondientes a la unidad de negocio del banco se pueden considerar usando el método Delta. Supongamos que usted ha estado registrando pérdidas por encima de 5000 Euros y la Tabla 7.26 muestra las pérdidas durante un año (un total de 8.638.000 euros para el año). Utilizando el método POT, ajustamos una GPD a estos datos mediante ajuste de máxima verosimilitud para generar los parámetros de GPD y la gráfica resultante del ajuste (Figura 7.4). La fórmula real y la técnica fueron presentadas anteriormente en el Capítulo 6 sobre la Metodología EVT.

**Tabla 7.25 Resumen de las medidas riesgo operacional (anual) utilizando el método Delta para el Banco de Génova**

Euros (millones)	Error Estándar	Error de Contribución
Inversión	13.26	175.92
Valoración	12.81	164.21
Liquidación	0.38	0.15
Reconciliación	3.40	11.57
Crédito	3.45	11.92
Scoring	3.40	11.57
Incumplimiento	0.57	0.32
Recuperación	0.15	0.02
Servicio	2.29	5.26
Volumen	0.75	0.56
Margen	2.17	4.70
<b>Total</b>	<b>13.90</b>	<b>193.10</b>

**Tabla 7.26 Tabla de pérdidas por encima de 5.000 euros para el ejemplo del Banco de Génova**

Pérdida ('000)	Fecha
50	01/02/2000
4571	01/03/2000
24	01/04/2000
212	01/10/2000
31	02/03/2000
10	03/11/2000
25	04/15/2000
17	04/20/2000
1332	05/07/2000
32	05/11/2000
1675	05/13/2000
81	05/28/2000
32	06/16/2000
69	07/11/2000
16	07/21/2000
10	08/03/2000
16	08/14/2000
28	09/01/2000
16	10/03/2000
24	11/07/2000
202	11/08/2000
54	11/11/2000
42	11/16/2000
44	11/17/2000
24	12/26/2000

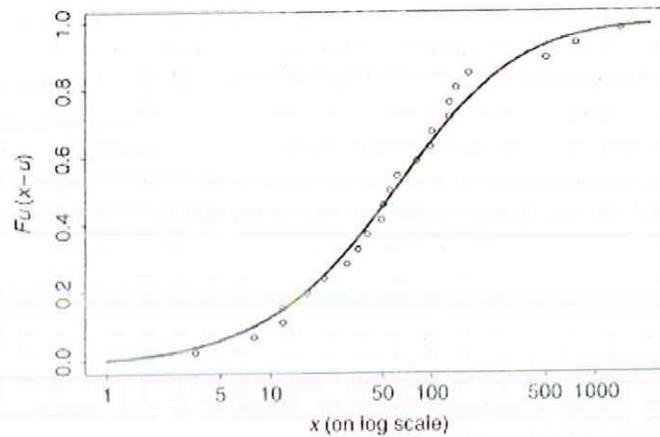
Los valores de la GPD se muestran en la Tabla 7.27. Una distribución de Poisson ajustada a los eventos que se muestran en la Tabla 7.26 proporciona  $\lambda = 2$  para la frecuencia mensual de grandes pérdidas. Usando la distribución de Poisson ( $\lambda = 2$ ) para la

frecuencia y los GPD ( $\epsilon = 0.976$ ,  $\beta = 18,1$ ) para la severidad, una simulación Monte Carlo proporciona una distribución pérdida de los múltiples años que se muestra en la Figura 7.5.

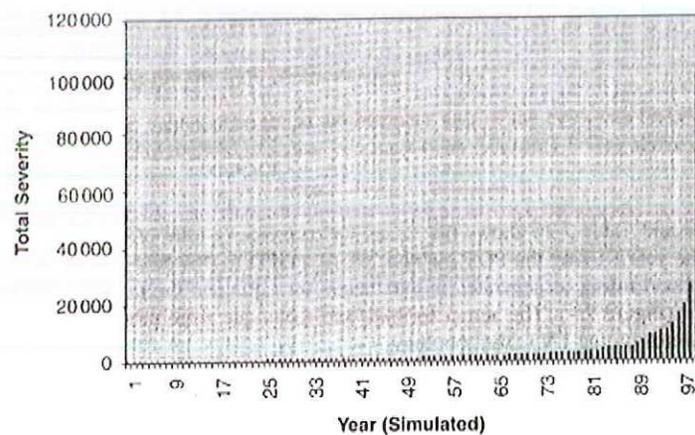
**Tabla 7.27 Los valores de GPD se ajustan a partir de datos de pérdida de exceso**

$$\epsilon = 0.976$$

$$\beta = 18.1$$



**Figura 7.4 Pérdidas Ajuste de la distribución generalizada de Pareto (GPD) a los datos de pérdida de exceso para el Génova Banco, donde x es el logaritmo de la cantidad de pérdida, u es el umbral, y  $F_u(x-u)$  se ajusta al GPD.**



**Figura 7.5 Pérdidas anuales acumuladas (ordenada) para el exceso de pérdida de la unidad de negocio del Banco de Génova. En el eje X tenemos los años simulados, mientras que en el eje Y el valor de la severidad de la pérdida.**

**SECCIÓN IV**  
**FUNDAMENTOS**  
**MATEMÁTICOS**

## 11. TEORÍA DEL VALOR EXTREMO

Su trabajo consiste en determinar la altura del rompeolas de un pueblo costero. El rompeolas debe contener las olas más grandes con el fin de proteger los edificios junto al mar. Usted tiene los datos de los últimos años, que incluyen las más altas olas en la costa, y sabe que debe construir el rompeolas más alto que la altura máxima de las olas en el conjunto de datos. Pero, ¿cuánto más alto? Duplicar la altura de las olas sería conservador, pero el consejo de la ciudad no estará de acuerdo con el costo adicional. Usted debe ser capaz de defender el valor de la altura a seleccionar y convencer al Consejo de que el dinero está bien gastado. Dado que los datos abarcan los últimos siete años, usted razona que un valor igual a la altura máxima en el conjunto de datos sería bueno para siete años, pero el consejo te ha dicho que no quieren las olas sobre el rompeolas por lo menos durante 20 años. A pesar de sus antecedentes en las estadísticas y algunas buenas herramientas de análisis la información sobre la distribución de la altura de las olas, no tienen ningún interés porque sólo es el máximo que lo que importa. Si usted supiera las características de la distribución de los máximos, podría utilizarla para determinar la altura recomendada del rompeolas. La teoría del valor extremo aborda precisamente este problema.

### 11.1. INTRODUCCIÓN

Teoría de valores extremos (EVT) se ocupa de la distribución de máximos (y mínimos) de una variable aleatoria. EVT es una herramienta importante para la confiabilidad y la falta de análisis de muchos sistemas físicos. En las técnicas descritas en este libro para la medición y modelación del riesgo operacional, EVT se propone como una forma de estimar el exceso de valor en riesgo. Al igual que la altura máxima de la ola determina si el rompeolas se inunda, la pérdida económica máxima se puede utilizar para determinar si el patrimonio de la empresa se ha agotado. Si se conoce la pérdida máxima en un período determinado (por ejemplo un año), entonces una empresa puede dejar a un lado el capital para mitigar el impacto financiero. EVT tiene sus raíces en la distribución de Fisher-Tippet (Fisher y Tippet 1928), pero su aplicación a la ingeniería fue iniciada por Gumbel (1958). Embrechts et al. (1997) ha descrito la teoría en detalle y su aplicación a las empresas financieras (principalmente seguros). Castillo (1988) ofrece una buena introducción a EVT, y varios ejemplos de sistemas físicos.

EVT se aplica en muchos campos, incluyendo la ingeniería estructural, ingeniería oceánica, hidráulica, la contaminación, la meteorología, la resistencia del material, y el tráfico de la carretera.

La teoría está bien desarrollada para los procesos físicos y presenta una alternativa viable a los modelos tradicionales de pérdida para eventos raros e interrupciones de control asociados con el riesgo operacional. La aplicación del método de Delta a la financiación no es nuevo, pero la aplicación de EVT a la financiación es relativamente reciente (Cruz et al. 1998.) y por este motivo un capítulo de teoría se ha dedicado a ella. El capítulo

comienza con una visión general de los conceptos básicos detrás de EVT y ejemplos de su uso como una herramienta importante para la confiabilidad y análisis de fallas de los sistemas físicos. Se continúa con un problema análogo en relación con la crisis bursátil de 1987, que conduce a una discusión sobre la pérdida del exceso y el umbral. A continuación, se presentan las descripciones de las pérdidas dependientes del tiempo en el contexto de un modelo actuarial de seguro clásico y la aplicación de seguimiento de de EVT a las pérdidas internas para las instituciones financieras. El capítulo concluye con un breve resumen.

## 11.2. CONCEPTOS BÁSICOS

La aplicación de la teoría de valores extremos (EVT) tiene sus raíces en la ingeniería. Considere el problema presentado anteriormente de la construcción de un rompeolas que mantendrá atrás al mar. Evidentemente, es insuficiente construir el rompeolas al nivel promedio del agua del mar porque la tierra protegida por el rompeolas se inundaría la mitad del tiempo. Utilizando el nivel máximo histórico del mar es una opción obvia, pero ¿el rompeolas debería estar sólo unos cuantos centímetros por encima del máximo histórico, o más? Y si más, entonces ¿cuánto más? Estas preguntas se responden utilizando conceptos de EVT. Para la aplicación EVT, usted quiere asegurarse que las condiciones de funcionamiento (en este ejemplo, la altura del mar) sea menor que la capacidad del elemento (la altura rompeolas) durante un período de tiempo "t" muy largo. Esta idea se puede expresar mediante la siguiente fórmula:

$$O_t \leq C_t \quad \text{para cualquier tiempo } t$$

Condiciones de valor extremo para las condiciones de operación  $O$  y la capacidad  $C$ .

El problema descrito se refiere a la altura máxima del mar en un período  $t$  para algún número de períodos. Un problema relacionado es el número de veces que una altura particular, se excederá (excedencias). Usando una distribución binomial para ensayos de Bernoulli (excedido o no excedido), se puede demostrar que la media del número de excedencias ( $\bar{r}$ ) para una muestra de  $n$  observaciones pasadas, de una variable independiente idénticamente distribuidas (i.i.d.) está dada por:

$$\bar{r}(n, m, N) = \frac{Nm}{n + 1}$$

Donde,

$n$  es el número de períodos de la muestra,

$m$  es el estadístico de orden de interés (por ejemplo,  $m = 1$  para el máximo), y

$N$  es el número de períodos del diseño.

Este resultado depende de la variable aleatoria i.i.d. utiliza la idea de que los excesos siguen una distribución de Poisson. Una aproximación a la solución del problema del rompeolas podría ser examinar las alturas máximas anuales del mar de los últimos 50 años y construir el rompeolas para que se supere una sola vez en 20 años. El cálculo entonces sería:

$$\bar{r}(50, 2, 20) = \frac{20 * m}{51} = 1$$

y  $m = 2,25$  o el segundo valor más alto.

### 11.2.1. EVT y Pérdida Máxima

La teoría del valor extremo se describe en detalle en las referencias dadas en este capítulo. Aquí se da una breve descripción de su uso en la determinación de la pérdida máxima (y posteriores excedencias de un umbral). La máxima pérdida es importante en los casos en que se registran las pérdidas históricas y la pérdida máxima por período para varios períodos está disponible. Sin embargo, las medidas de riesgo tales como el valor en riesgo requieren el conocimiento de la pérdida máxima acumulada durante un período (no la pérdida máxima). En la metodología Delta-EVT, los excesos de las pérdidas sobre un umbral se usan para determinar la medida de riesgo para las operaciones financieras.

Uno de los hallazgos más interesantes de EVT es que hay sólo tres tipos de distribuciones no degeneradas que satisfacen ciertas condiciones para las distribuciones limitantes de máximos y mínimos. Estos son los Frechet, Weibull y distribuciones Gumbel. La forma general que combina estas tres en una ecuación se llama la distribución de valor extremo generalizado (GEV) y está dada por:

$$H_{\beta}(x) = \begin{cases} \exp\left(-\left(1 + \beta x\right)^{-\frac{1}{\beta}}\right) \\ \exp(-\exp(-x)) \end{cases}$$

Fórmula para la distribución de valor extremo generalizado (GEV).

donde  $\beta$  es el parámetro de forma y  $\beta < 0$  corresponde a la distribución Weibull,  $\beta > 0$  a la Frechet, y  $\beta = 0$  para las distribuciones Gumbel. La localización y escala de los parámetros también se pueden agregar para el ajuste en los datos sin procesar (que se muestra en los ejemplos siguientes). Gumbel (1958) muestra varias técnicas manuales para el ajuste de los datos a estas distribuciones, pero hoy en día la técnica más frecuente es un ajuste de máxima verosimilitud con las ponderaciones de probabilidad (opcionalmente).

### 11.2.2. Ejemplo detallado de EVT máxima

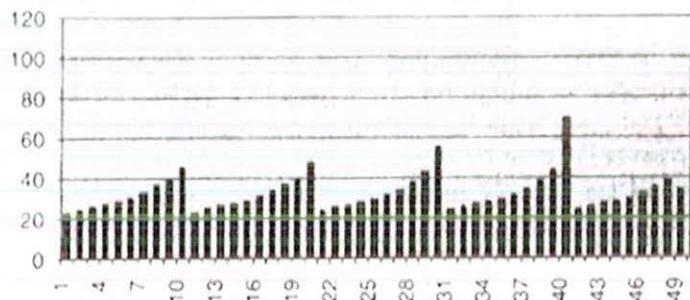
A continuación se muestra un ejemplo detallado adoptado de Castillo (1988) para demostrar la aplicación de la EVT. Se presenta una serie de datos de viento para los últimos 50 años, como se muestra en la Tabla 11.1. Estas cifras son la velocidad máxima del viento en un lugar determinado en millas por hora (mph) para cada uno de 50 años consecutivos. Se montará una distribución de Frechet, así como los parámetros que la determinan. A continuación, la distribución parametrizada se puede utilizar para determinar algunos valores posibles para la velocidad del viento en los niveles de confianza especificados. Un gráfico de la velocidad del viento anual de datos máximos y la fórmula para la distribución de probabilidad de Frechet se dan en la Figura 11.1. (Tenga en cuenta que los datos sólo son los valores máximos tomados del conjunto de valores para cada año.)

**Tabla 11.1** Velocidad anual máxima del viento en millas por hora en un lugar específico durante cincuenta años.

Índice	Velocidad (mph)	Índice	Velocidad (mph)	Índice	Velocidad (mph)
1	22,64	21	23,75	41	
2	24,24	22	25,45	42	25,66
3	25,99	23	26,69	43	26,89
4	27,12	24	27,69	44	28,12
5	28,58	25	29,12	45	29,48
6	30,18	26	31,55	46	32,54
7	32,98	27	33,86	47	35,21
8	36,82	28	38,09	48	38,82
9	38,96	29	42,99	49	33,61
10	45,24	30	54,75	50	98,16
11	22,8	31	24,01		
12	24,74	32	25,55		
13	26,63	33	26,88		
14	27,43	34	27,71		
15	28,88	35	29,45		
16	31,31	36	31,57		
17	33,83	37	34,64		
18	37,23	38	38,26		
19	38,9	39	43,66		
20	47,91	40	69,4		

$$Pr(x) = \exp - \left( \frac{\sigma}{x - \lambda} \right)^\beta$$

Fórmula para la distribución de probabilidad de Frechet.



**Figura 11.1** Gráfico de los datos de la máxima velocidad anual del viento. En el Eje X tenemos los años y en el Eje Y las velocidades correspondientes.

El análisis de los máximos comienza utilizando la fórmula para la distribución de Frechet con los parámetros  $\beta$ ,  $\sigma$  y  $\lambda$  que representan la forma, escala, y ubicación, respectivamente. Estableciendo  $\lambda=0$ , se determinan los valores de la forma y la escala utilizando la máxima verosimilitud y examinados en una gráfica de probabilidad. Esto se hizo con un simple algoritmo de una hoja de cálculo y se muestra en la Figura 11.2 para  $\beta=4,5$  y  $\sigma=28$ .

Pickands (1975) ha demostrado que la función de distribución condicional acumulada (cdf),  $G(x)$ , de una función que se encuentra en el dominio de atracción para los máximos de una distribución de valores extremos (por ejemplo, de Fréchet) para  $x - u$ , dado  $x \geq u$  para algún umbral  $u$  lo suficientemente grande, está dada por:

$$G(x) = 1 - \left(1 + \frac{cx}{a}\right)^{-\frac{1}{c}}$$

Distribución de exceso de una función que se encuentra en el dominio de atracción de Fréchet EVT.

(Para  $c=0$  el valor recibe un sentido restrictivo.) Este hecho permite la estimación de  $C$  de una muestra. La distribución se conoce como la distribución generalizada de Pareto (GPD) y se utiliza en los picos sobre un modelo de umbral (POT) (véase el Capítulo 6). Se ha demostrado que el modelo POT ofrece un planteamiento unificador para el modelado de la cola de las distribuciones de severidad en la pérdida de seguros (McNeil y Saladin 1997). La técnica utiliza la GPD para modelar severidad de la pérdida. El cdf de la GPD es de la forma:

$$G_{\beta,\sigma} = f(x) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \frac{\beta x}{\sigma}\right)^{-\frac{1}{\beta}}, & \beta \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{x}{\sigma}\right), & \beta = 0 \end{cases}$$

Fórmula para la cdf de la GPD

El valor de  $\beta$  determina el tipo de distribución: para  $\beta < 0$  el modelo da la distribución de Pareto tipo II, para  $\beta = 0$  es la distribución exponencial, y para  $\beta > 0$  es una distribución de Pareto reparametrizada. La distribución es sensible a los valores  $u$  del umbral utilizados para filtrar los datos que en las aplicaciones financieras definen el valor mínimo de la calificación de la pérdida de "grandes pérdidas". El teorema asume un "umbral suficientemente alto", y hay varias técnicas para determinar el valor del umbral.

### 11.3.1. Umbral para el modelo POT

La determinación del valor de umbral es clave para la aplicación exitosa del método POT. En el capítulo 5 se describió la metodología Delta y se demostró la forma en que se puede utilizar para determinar un umbral para las aplicaciones financieras. Varios autores (Embrechts et al. 1997, McNeil 1998) han sugerido el uso de la función de exceso medio para determinar el valor del umbral para GPD, pero éste puede presentar varias dificultades. La función de exceso medio es la suma de las cantidades en exceso dividida por el número de puntos que superan el umbral y está dada por:

$$e(u_n) = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - u)}{\sum_{i=1}^n 1_{(x_i > u)}}$$

Función de exceso medio para la muestra  $x$  y el umbral  $u$ .

Un gráfico de los umbrales de 0 a  $\max(X_n)$  será una línea recta con pendiente positiva cuando la distribución sigue la GPD porque la función de exceso de GPD es lineal. Esta viene dada por:

$$e(u) = \frac{(\beta u + \sigma)}{(1 - \beta)}$$

Función de exceso para la proyección lineal de la GPD

donde se supone que  $\beta > 0$  y la distribución de Pareto reparametrizada será ajustada. En la práctica, a menudo es difícil encontrar fácilmente el umbral y se necesita alguna interpretación práctica para ello. Por ejemplo, McNeil y Saladin (1997) examinan el umbral durante casi 5000 pérdidas de bienes y valores presentes de  $u=100$  o  $u=300$ , con los parámetros correspondientes para el GPD, como se muestra en la Tabla 11.3.

El uso de una GPD para establecer exceso distribución de pérdidas en un límite de confianza (por ejemplo 95%) podría diferir en un factor de casi 3 (en los datos de McNeil, una diferencia de 1,277 frente a 3,313 para el valor de 95% de cada GPD, respectivamente). Esto demuestra la sensibilidad de la GPD al valor del umbral y muestra que en la práctica la técnica de exceso medio no puede proporcionar una determinación satisfactoria del umbral. En el Capítulo 5 se describe una interpretación alternativa del umbral y su determinación mediante análisis de errores de los procesos.

Tabla 11.3 Tabla de parámetros GPD para diferentes umbrales (McNeil y Saladin 1997)

	$u = 100$	$u = 300$
$\beta$	0,747	0,814
$\sigma$	118,4	261,4

### 11.3.2. Sensibilidad del umbral GPD

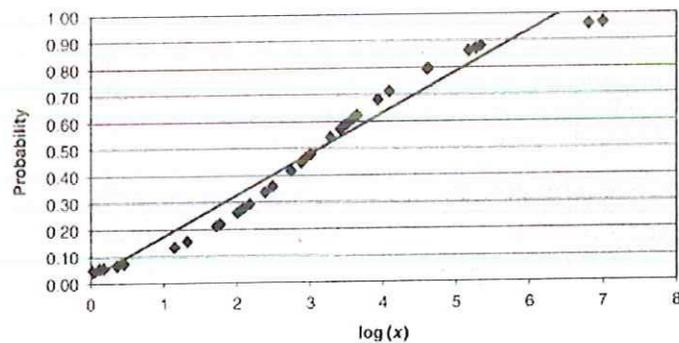
En esta sección se explora aún más la sensibilidad de la GPD a los valores del umbral mediante el uso de una distribución conocida, comparando los ajustes y dando como resultado valores de nivel de confianza para diversos umbrales. Considere la posibilidad de una serie de pérdidas generadas a partir de una distribución lognormal con  $\mu=3$  y  $\sigma=2$  (Tabla 11.4). Usando estas pérdidas lognormales simuladas, se selecciona un umbral arbitrario  $u$  y luego una GPD es provista con las pérdidas. Los resultados para los umbrales de  $u=0$ ,  $u=10$ ,  $u=50$  han sido ajustados y los gráficos de probabilidad correspondientes se muestran en las Figuras 11.4, 11.5, y 11.6. El gráfico de exceso medio para estos datos se muestra en la Figura 11.7. Como se describió anteriormente, una de las formas de determinar el valor  $u$  adecuado del umbral es utilizar el gráfico de exceso medio (McNeil y Saladin 1997). Por desgracia, éste parece ofrecer poco beneficio, incluso en este caso bastante sencillo y simple

Podría haber un argumento para un umbral de cero debido a la linealidad en todo el rango de umbrales tal como muestra el gráfico de exceso medio. Por otra parte, el ajuste y un umbral de cero no son tan buenos como el ajuste a los umbrales más altos (los cuales se esperan a partir de la teoría). Suponiendo un nivel de confianza de 90% - 99%, la Tabla

11.5 muestra los resultados de seleccionar un determinado umbral y, a continuación, usa el ajuste GPD para ese umbral con el fin de determinar el valor de la distribución de exceso a un nivel de confianza escogido.

**Tabla 11.4 Pérdidas generadas a partir de una distribución lognormal ( $\mu=3, \sigma=2$ )**

No.	Pérdida	No.	Pérdida
1	1	21	20
2	1	22	26
3	1	23	30
4	1	24	31
5	1	25	31
6	2	26	32
7	3	27	33
8	4	28	36
9	6	29	37
10	6	30	38
11	7	31	51
12	8	32	59
13	8	33	59
14	8	34	100
15	9	35	101
16	11	36	176
17	12	37	193
18	15	38	208
19	18	39	907
20	19	40	1092



**Figura 11.4** Ajuste (gráfico de probabilidad) de GPD para datos de pérdidas lognormal con un umbral  $u = 0$ . Eje X  $\log(x)$ ; Eje Y probabilidad.

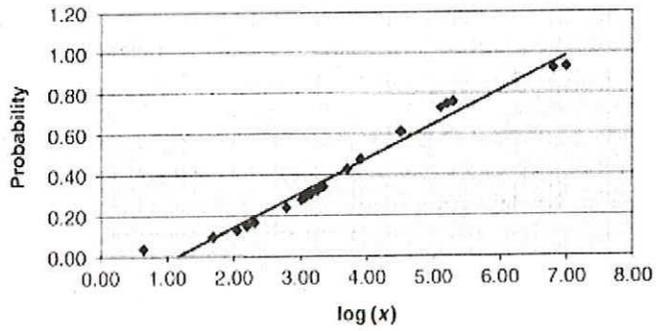


Figura 11.5 Ajuste (gráfico de probabilidad) de GPD para datos de pérdidas lognormal con un umbral  $u = 10$ . Eje X  $\log(x)$ ; Eje Y probabilidad.

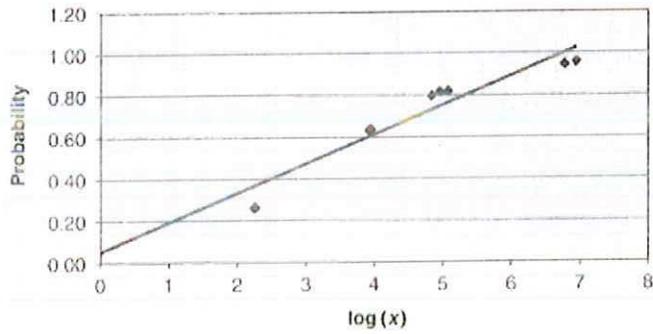


Figura 11.6 Ajuste (gráfico de probabilidad) de GPD para datos de pérdidas lognormal con un umbral  $u = 50$ . Eje X  $\log(x)$ ; Eje Y probabilidad.

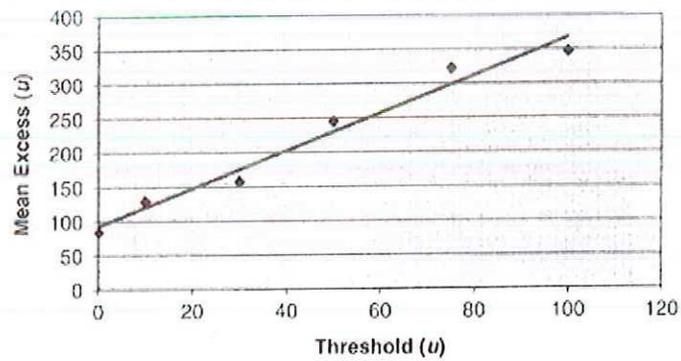
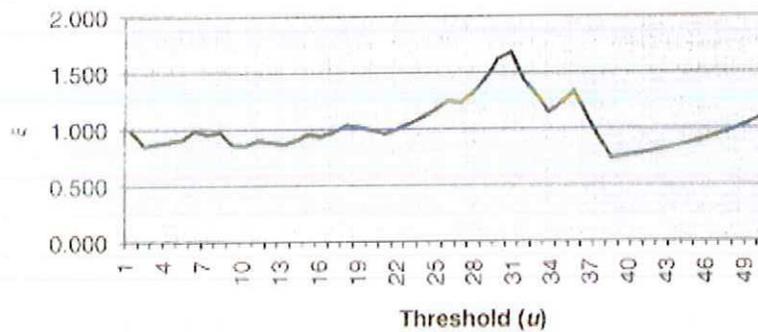


Figura 11.7 Gráfico de exceso medio para datos lognormales mostrando la linealidad de la función de exceso medio. Eje X valores  $u$  para el umbral; Eje Y exceso medio.

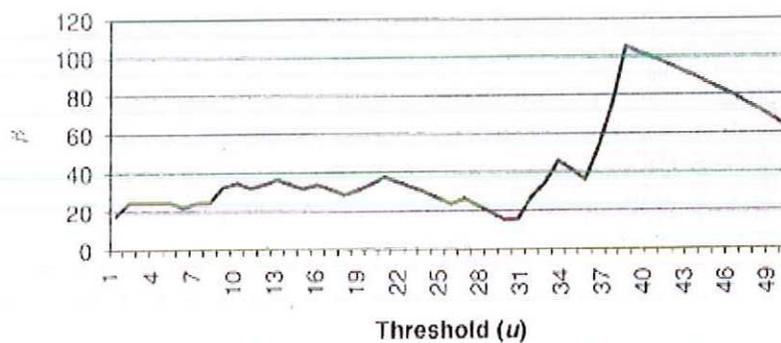
**Tabla 11.7 Algunos valores típicos que pueden surgir con GPD ajustes para diferentes umbrales a diferentes niveles de confianza (que se muestra sin los valores de error)**

Umbral	$\xi$	$\beta$	Nivel de confianza		
			90%	95%	99%
0	16	0,8	300	700	5000
10	40	0,8	675	1650	12500
50	20	0,8	1000	3000	45000

La determinación del umbral adecuado es actualmente un obstáculo para la aplicación de EVT en la práctica. Usando ajustes de máxima verosimilitud y ajustándose sobre un rango de umbrales de los datos anteriores, los valores de los parámetros posibles para la GPD se muestran en las Figuras 11.8 y 11.9.



**Figura 11.8** Gráfico GPD del parámetro  $\xi$  para diversos umbrales. Eje X valores  $u$  para el umbral; Eje Y parámetro  $\xi$ .



**Figura 11.9** Gráfico GPD del parámetro  $\beta$  para diversos umbrales. Eje X valores  $u$  para el umbral; Eje Y parámetro  $\beta$ .

Como se puede ver los parámetros son estables hasta un umbral de alrededor de 25. Cualquier umbral hasta este valor produce ajustes similares, pero no hay ninguna indicación clara de por qué un umbral se prefiere en lugar de otro. Incluso cuando no hay evidencia de un umbral determinado de forma analítica (como la función de exceso medio), todavía queda la cuestión de la interpretación del significado de este umbral en la

aplicación. Sin un argumento defendible para el umbral podría haber diferencias de varios órdenes de magnitud en los valores resultantes para la provisión de un conjunto de datos de pérdida dado. La metodología Delta ofrece una alternativa a la función de exceso medio y una interpretación práctica del umbral como una pérdida máxima operativa.

#### 11.4. PÉRDIDAS DEPENDIENTES DEL TIEMPO

El análisis mediante EVT ha sido por un tiempo determinado, y los resultados podrían aplicarse a varios períodos mediante la extrapolación. Sin embargo, la mejor solución consiste en introducir dependencia del tiempo, teniendo en cuenta la frecuencia de eventos separados de su severidad. Para este fin, las distribuciones de pérdidas EVT se pueden combinar con otras distribuciones de Poisson o de frecuencia de eventos para producir un modelo estocástico para la pérdida de procesos u organizaciones. Las dos distribuciones paramétricas se pueden combinar con una simulación de Monte Carlo que acopla la frecuencia de eventos a la distribución severidad de la pérdida (muestra en dos etapas). Esta es una forma básica para el modelo actuarial y se muestra en la Figura 11.10 en un diagrama de red bayesiana para la ilustración.

La metodología EVT es usada en este modelo para desarrollar la severidad de la distribución de pérdida. El tiempo del evento de pérdida es usado para desarrollar un modelo de frecuencia basado en la distribución Poisson (Figura 11.11) La distribución de Poisson se ha utilizado ampliamente para eventos resultantes de los procesos (por ejemplo, procesos de nacimiento y muerte) y se caracteriza por su único parámetro,  $\lambda$ , que representa la tasa media de llegada de los eventos. La varianza de la distribución de Poisson también es igual a este valor.

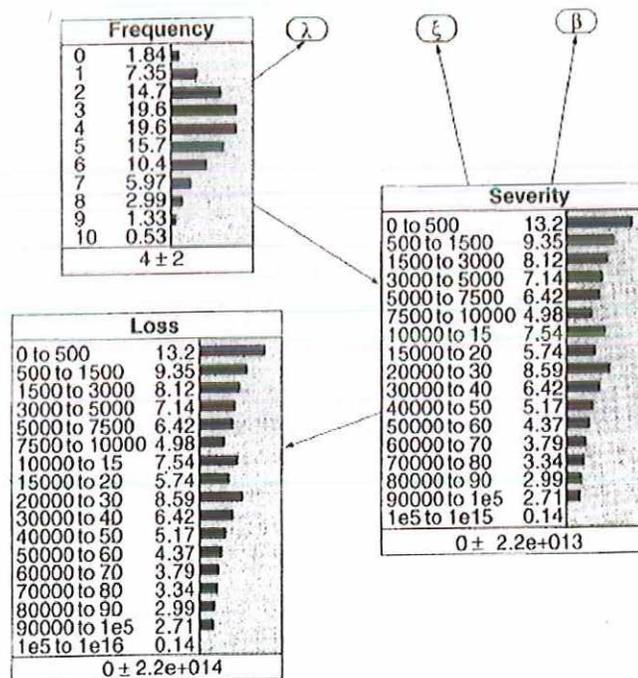


Figura 11.10 Modelo usando frecuencia Poisson y severidad EVT para generar distribución de pérdidas.

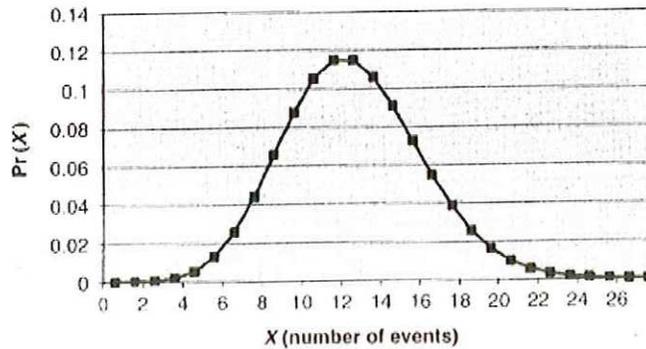


Figura 11.11 Gráfica de la distribución de Poisson con una tasa media de llegada  $\lambda = 12$ . Eje X número de eventos; Eje Y probabilidad del evento.

Teniendo en cuenta un ajuste de la frecuencia de eventos de ocurrencia para una distribución de Poisson, y la determinación de la distribución EVT para la severidad, se genera la distribución de pérdidas usando una simulación de Monte Carlo de las dos distribuciones paramétricas. La combinación de EVT y Poisson constituye un modelo actuarial clásico y también se discute en el Capítulo 7.

### 11.5. EVT APLICADA A LAS PÉRDIDAS INTERNAS

Por ahora debería estar claro que EVT se puede aplicar a los datos internos de pérdidas para las instituciones financieras. Supongamos que se nos da una serie de pérdidas internas que son considerados "grandes" pérdidas, y queremos determinar el exceso de pérdida acumulada (sobre un umbral) para el período a un nivel de confianza específico. Dado un número razonable de grandes pérdidas (por ejemplo 20-50), vamos a ajustar una distribución GPD utilizando máxima verosimilitud y determinar la forma y los parámetros de ubicación para la distribución adaptada. Utilizando estos parámetros, se determinarán los valores de exceso de pérdidas sobre el umbral para varios límites de confianza. El procedimiento consiste en ajustar una distribución generalizada de Pareto (GPD) con los picos sobre el umbral (modelo POT).

Supongamos que la tabla de las pérdidas (Tabla 11.6) se ha acumulado para un cierto período (por ejemplo un año). Un gráfico simple de los valores (Figura 11.12) muestra que son exponenciales por naturaleza (lo cual es esperado). La pregunta a responder es: ¿Cuál es la pérdida esperada sobre el umbral en un determinado nivel de confianza? El método POT se utiliza para determinar la respuesta.

Tabla 11.6 Tabla de grandes pérdidas (en miles de Euros)

Evento	Pérdida	Acumulado	Log(Pérdida)	Log(Acumulada)
1	1	1	0	0
2	1.5	1.5	0.4055	0.4055
3	3.1	3.1	1.1314	1.1314
4	8.2	11.3	2.1041	2.4248
5	11	22.3	3.3979	3.1046
6	13	35.3	2.5649	3.5639
7	16.6	51.9	2.8094	3.9493
8	22	73.9	3.091	4.3027
9	29	102.9	3.3673	4.6338
10	37	139.9	3.6109	4.9409
11	42	181.9	3.7377	5.2035
12	46	227.9	3.8286	5.4289
13	52	279.9	3.9512	5.6344
14	56	335.9	4.0254	5.8168
15	63	398.9	4.1431	5.9887
16	83	481.9	4.4188	6.1777
17	99	580.9	4.5951	6.3646
18	100	680.9	4.6052	6.5234
19	132	812.9	4.8828	6.7006
20	133	945.9	4.8903	6.8521
21	140	1085.9	4.9416	6.9902
22	175	1260.9	5.1648	7.1396
23	500	1760.9	6.2146	7.4736
24	775	2535.9	6.6529	7.8383
25	1500	4035.9	7.3132	8.303

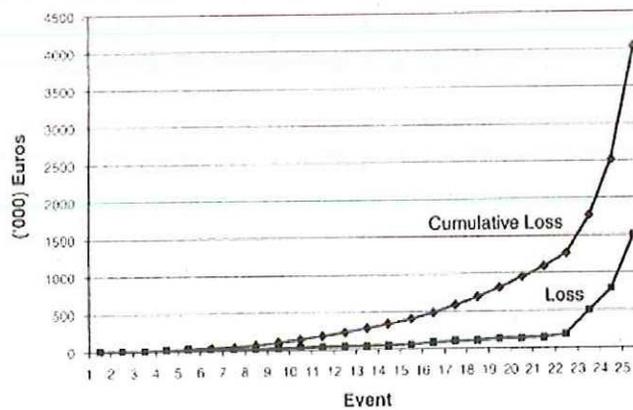


Figura 11.12 Gráfico de datos de pérdidas grandes. Eje X eventos; Eje Y monto de la pérdida den miles de Euros.

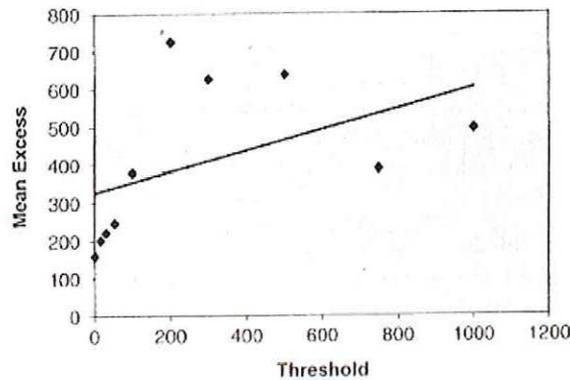


Figura 11.13 Gráfico de exceso medio para datos internos de pérdidas mostrando la no linealidad

### 11.5.1. Método de Picos sobre Umbral para datos internos de pérdidas

El método de picos sobre el umbral (POT) se puede aplicar a los datos internos de pérdidas. El umbral posiblemente ya ha sido determinado por el conjunto de datos en 1000 euros. Una mirada a la función de exceso medio para otros umbrales posibles de los datos se muestra en la Figura 11.13. Esta figura muestra que el promedio de la función exceso no parece lineal, lo que indica un mal ajuste esperado para la GPD. Sin embargo, ajustando los datos a la GPD será un ejercicio útil para poder ver cuán sensible es la aplicación de las distribuciones EVT a los métodos y las hipótesis.

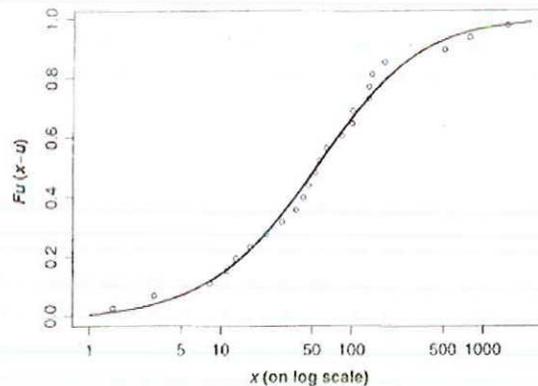


Figura 11.14 Ajuste de los datos internos para GPD usando el ajuste de máxima verosimilitud ( $\xi = 0.765$ ,  $\beta = 57$ ) y mostrando la curva de ajuste logarítmico.

El método de "eyeballing" o "calcular visualmente" el ajuste simplemente juzgando la linealidad de gráficos Q-Q u otra distribución de "forma conocida", es útil para una visión general de los resultados. El gráfico GPD utiliza todos los datos (es decir, umbral = 0 se utilizó debido a que los datos han sido filtrados para un umbral de 1.000 euros). Un gráfico usando los parámetros de ajuste de  $\xi = 0,765$  y  $\beta = 57$  se muestra en la Figura 11.4, junto con una curva de "ajuste" logarítmico. Como se sospechaba, el ajuste no es bueno, pero es necesario realizar más análisis para comprender la sensibilidad de la distribución GPD.

Asumiendo que usted está interesado en un intervalo con un valor de confianza del 90%, 95% o 99%, es de esperar utilizar uno de los siguientes valores que se muestran en la Tabla 11.7. Como se puede ver hay una gran diferencia en los valores en los límites de confianza para esta distribución en la cola entre 90% y 99%. La cifra de 2500 (mil) para 99% es aproximadamente la misma que la pérdida acumulada menos el máximo, y casi el doble del monto máximo de la pérdida. Algunos posibles efectos debidos a la determinación del umbral se discutieron anteriormente utilizando los ajustes lognormal. Los errores estándar para los parámetros de la GPD son casi el 50%, por lo que el uso de sólo un error estándar da cifras un poco más grande, como se muestra en la Tabla 11.8.

**Tabla 11.7** Tabla de valores excesivos (aprox.) en los límites de confianza seleccionados para GPD con datos internos de pérdidas ( $\xi = 0,765$  y  $\beta = 57$ ).

Límite de	Valor en exceso
90%	375
95%	675
99%	2500

**Tabla 11.8** Tabla de valores excesivos (aprox.) en los límites de confianza seleccionados para GPD con datos internos de pérdidas con un error estándar para los parámetros ( $\xi = 1,165$  y  $\beta = 87$ ).

Límite de	Valor en exceso
90%	1100
95%	2500
99%	16000

Al igual que con cualquier otra técnica paramétrica, es importante obtener buenos datos y un estrecho ajuste a una de las distribuciones estándar. Además, en el método POT determinar que el umbral es un paso inicial fundamental en el proceso. Estos dos factores son fundamentales para la metodología y probablemente jugarán un papel importante en las decisiones que se adopten sobre la base de un análisis utilizando EVT.

## 11.6. RESUMEN

La teoría del valor extremo está bien desarrollada para los procesos físicos y está bien adaptada para la aplicación a la pérdida financiera debido al riesgo operacional. Su enfoque en eventos extremos y excedencias la hace ideal para el desarrollo de modelos para el capital económico y los planes de seguros. Desafortunadamente su sensibilidad a los valores de corte y los datos precisos a veces hacen que sea difícil de aplicar. Sin embargo, EVT presenta una alternativa viable a los modelos tradicionales de pérdida para eventos raros e interrupciones de control relacionadas con el riesgo operacional. Para la inclusión en un modelo de pérdida, este puede ser utilizado para la severidad de la pérdida y luego junto con la distribución de Poisson o dado de otro modo un componente estocástico para la frecuencia de ocurrencias. Aunque los datos de pérdida integral generalmente no están disponibles, los datos de pérdidas grandes están mucho más a la mano, ya que hay relativamente pocos acontecimientos y están generalmente bien

documentados. La aplicación de EVT a grandes pérdidas datos de operacionales a partir de procesos tiene muchas ventajas. Es una teoría bien fundamentada para los procesos físicos, complementa la teoría de la propagación de errores, y requiere de un relativamente pequeño conjunto de datos.

### **11.7. LECTURA ADICIONAL**

Gumbel (1958) es uno de los primeros libros sobre las aplicaciones de la EVT con mucha heurística para "ajustar" los datos a las distribuciones. Una referencia sólida es Embrechts et al. (1991) con una cobertura de los métodos y aplicaciones de la EVT para la mayoría de seguros, y las referencias a la aplicación de la EVT al riesgo operacional se puede encontrar en el capítulo de Metodología EVT (Capítulo 6) en la Sección II de este libro. Castillo (1988) proporciona una introducción práctica a EVT y su uso en las ciencias físicas junto con el software. Weiss y Thomas (1997) es un texto orientado a las aplicaciones que también incluye el software.

## CONCLUSIONES

El riesgo operacional se ha descrito como el más antiguo de los riesgos, pero su gestión es todavía una de las más nuevas disciplinas. Hay un importante trabajo por hacer, tanto en herramientas prácticas como en conceptos teóricos. Un lugar útil para las empresas que comienzan su trabajo es examinar la eficacia de sus controles de riesgos operacionales existentes. Prácticamente todas las empresas tienen estos controles en alguna forma, sin embargo, debe centrarse más atención en la eficacia de estos controles que se están realizando y en las iniciativas de gestión del riesgo global de su empresa y los negocios estratégicos.

El avance en la medición del riesgo operativo en Colombia, se ve afectado debido a que no se cuenta con especialistas en medición y a las insuficientes de bases de datos para el registro de los eventos causantes de pérdidas. Por tal motivo, surge la necesidad de recurrir a diversas fuentes bibliográficas, en este caso en otro idioma, para abordar de mejor manera la gestión de riesgos operacionales. De tal modo, se seleccionaron las principales temáticas del libro "Operational Risk: Measurement and Modelling" de Jack L. King, y se realizó la traducción de las mismas, para la elaboración de este documento académico sobre Riesgo Operativo. Así mismo, elaboré un material que sirve de apoyo para la asignatura Administración del Riesgo basado en la traducción del libro.

La estrategia para que las empresas puedan aumentar su valor, consiste en la reducción del riesgo operativo asociado con el rendimiento. El riesgo operacional es una parte inherente de la forma en que una empresa realiza sus negocios y está estrechamente vinculado con el desempeño. La toma de buenas decisiones sobre el riesgo operacional requiere una medida objetiva y relevante del mismo. Para esta medición, es necesaria una metodología combinada como la propuesta Delta-EVT porque las técnicas tradicionales no se ocupan bien de ambos tipos de fluctuaciones. La causalidad es la clave para entender qué parte del riesgo operacional se puede controlar y qué no; proporcionando la base para su gestión.

Las herramientas clave en la gestión del riesgo operacional son la calidad de la gestión de la empresa y la calidad de los controles de una empresa. En presencia de grandes pérdidas y la creciente preocupación por el tamaño y la magnitud de la exposición potencial de las empresas al riesgo operacional, estas cuestiones son ahora más importantes que nunca.

## BIBLIOGRAFÍA

KING, Jack Leon. Operational Risk: Measurement And Modelling. Editorial: John Wiley & Sons. Inglaterra, 2001.

**MEDICIÓN Y MODELACIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL, DE JACK L. KING, A TRAVÉS DE LA TRADUCCIÓN AL ESPAÑOL DE SU LIBRO "OPERATIONAL RISK: MEASUREMENT AND MODELLING"**

CARLOS ANDRÉS SALCEDO GARCÍA  
INGENIERÍA FINANCIERA  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUACARAMANGA

**ANTECEDENTES**

- Baja frecuencia en la medición y reporte de riesgos operacionales.
- Pobre capacidad para identificar los factores que lo determinan.
- Falta de una clara definición de riesgo operacional.
- Escasez de actividades de auditoría interna para su gestión.

**Etapas en la Administración del Riesgo**

Fuente: Ochoa, profesor de la UNAO

**INTRODUCCIÓN AL RIESGO OPERACIONAL**

- Mejora de valor para los accionistas mediante la reducción de la cantidad de riesgo para las ganancias de la empresa.
- Examinar la reducción del grado de exposición que la empresa tiene de las pérdidas inesperadas (tiempo y dinero) al mejorar los sistemas de monitoreo y control para el proceso.

**TIPOS DE RIESGO OPERACIONAL**

Fuente: Ochoa

**DEFINIENDO EL RIESGO OPERACIONAL**

- Desviaciones desfavorables de desempeño de la empresa, debido a la forma en que la empresa opera en contraposición a la forma en que la empresa se financia.
- Se centra en el núcleo de procesos de valor agregado de la empresa y se ocupa de las causas de volatilidad de los ingresos, arraigadas en la forma fundamental en que opera la empresa.

### Beneficios de la gestión de riesgos operacionales

- Evitar pérdidas inesperadas.
- Uso eficiente del capital.
- Satisfacer a los accionistas.
- Cumplir con la regulación.
- Comprender las causas de riesgo para las ganancias y la relación con la actividad empresarial permite la gestión del equilibrio entre riesgo y rentabilidad.



### PÉRDIDAS HISTÓRICAS

- Muchas de las mayores pérdidas de los bancos de inversión se han debido al riesgo operacional, como resultado de malas del banco para monitorear lo siguiente, controlar y gestionar los riesgos y controlar los procesos operativos.
- Con el fin de tomar medidas para prevenir o mitigar pérdidas similares en el futuro, las pérdidas deben ser atribuidas a una causa.



### Pérdidas muy grandes por Riesgo Operacional

Entidad	Actividad	Actividad	Actividad
Banque Paribas	Transferencias	2.6 miles millones de dólares	Operaciones no autorizadas durante 10 años que involucraron instrumentos derivados de alto riesgo
Bank of America	Operaciones	1.4 miles millones de dólares	Falta de conciliación de una cuenta y fallas en los sistemas control permisionos que lesionaron posiciones por las que accedían en mucho sus posiciones
Bank of America	Operaciones	1.2 miles millones de dólares	Operaciones no autorizadas en el mercado de bonos de un día de un empleado que robó un ordenador
Bank of America	Operaciones	550 millones de dólares	La calificación de corto plazo del Banco Paribas para las transacciones estructuradas se redujo por falta de seguimiento de la información y los controles de gestión de riesgos.
Bank of America	Operaciones	365 millones de dólares	El responsable de riesgo, con JPM, nunca investigó las operaciones de riesgo de un empleado de 15 millones de dólares.

- Implementación de las directrices de gobierno corporativo, el establecimiento de controles operacionales, y la medición del riesgo operacional.
- Las pérdidas por RO no se pueden medir directamente. En primer lugar, a causa de la alta frecuencia de las pérdidas de bajo impacto, las cuales no se cuentan adecuadamente, y en segundo lugar, las pérdidas de alto impacto son tan poco frecuentes que es difícil recolectar una muestra adecuada.



**GOBIERNO CORPORATIVO**

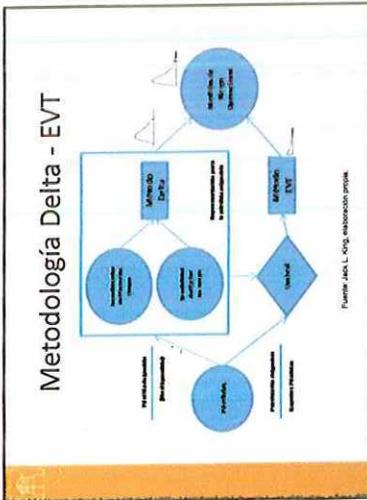
### Clasificación de las pérdidas

- Contable: Riesgo por valoración, conciliación, cumplimiento y puntualidad.
- Factores Humanos: Supervisión de gestión de errores, Gestión de fraude, Errores en las actividades de los empleados y Fraude de Empleados.
- Basado en el valor de la empresa: personal, tecnología, procesos y capacidades específicas del negocio.

### A tener en cuenta

- La historia muestra que el riesgo asociado con el proceso operacional puede producir la quiebra de un banco.
- Los esquemas de atribución de pérdidas ayudan a identificar y resolver las averías en los sistemas operativos y los controles.
- Suficientes sistemas de control operacional reducen la vulnerabilidad a grandes pérdidas.
- Las grandes pérdidas se originan a partir de otras más pequeñas.

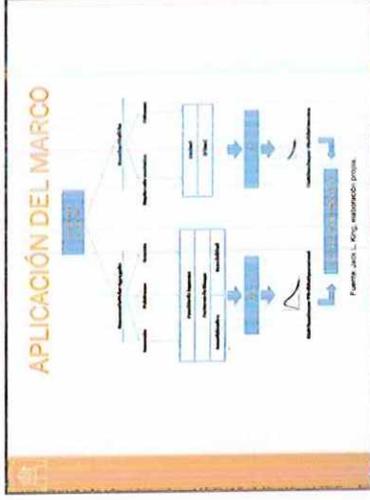




- El análisis de los procesos de valor agregado utilizando el modelo de negocio y el desarrollo de un modelo de grandes pérdidas a través de un análisis histórico y de escenarios, ayuda a la gerencia a identificar los riesgos que son importantes para la empresa.
- Los escenarios claramente definidos y los procesos de valor agregado habilitan la administración para evaluar si el factor puede influir o no, e identificar las causas potenciales.
- Los riesgos que tienen factores causales que pueden ser influenciados y que deben ser controlados, se clasifican como controlables. Los riesgos restantes asignables y no asignables se pueden asignar a las categorías de mitigación utilizando el factor causal para asignables y "externos" para lo no asignable.
- La pérdida asignable ofrece una serie de medidas adecuadas para la gestión de retroalimentación, tales como la pérdida máxima operacional y valor en riesgo. La pérdida no asignable proporciona una medida financiera global a largo plazo para la planificación estratégica.

## METODOLOGÍA DE LA TEORÍA DEL VALOR EXTREMO

- El método Delta se utiliza para fijar el umbral de pérdida máxima que determina la clasificación de las "grandes pérdidas" para ser modeladas usando EVT. El método Delta utiliza factores que conducen a la pérdida y su sensibilidad a generar distribuciones de pérdidas en la unidad de negocio.
- EVT se utiliza para lidiar con las colas de las distribuciones de pérdidas y para ajustar el umbral mínimo de pérdidas que define una gran pérdida mínima. EVT incluye un modelo paramétrico que, dada una serie de grandes pérdidas, se puede utilizar para predecir la ocurrencia de pérdidas que aún no han pasado.



### Teoría del Valor Extremo (EVT)

- El proceso de determinación de las pérdidas debidas a fallas de control y los eventos externos (no incluidos en el método Delta) se lleva a cabo utilizando la Teoría del Valor Extremo (EVT).
- El enfoque básico consiste en desarrollar un modelo de pérdida, pero sólo para las pérdidas grandes sobre un umbral específico, partiendo de un conjunto de eventos de pérdida de gran tamaño.

**Modelos de Pérdida**

- Utilizando los datos de pérdida, se construye un modelo de pérdida con severidad y distribuciones de frecuencia por separado. Las pérdidas por encima del umbral se ajustan a una de una clase básica de distribuciones en EVT, a saber, la distribución Generalizada de Pareto (GPD).
- La frecuencia de los eventos de pérdida se ajusta a una distribución de Poisson con el tiempo entre los eventos de pérdida. Estas dos distribuciones (GPD ajustada para la severidad y Poisson para la frecuencia) se combinan en una simulación de Monte Carlo para generar la distribución de exceso de pérdida.
- La distribución de exceso de pérdida se utiliza junto con la distribución de pérdidas operativas a partir del método Delta para determinar los valores de medición del riesgo operacional.

**Modelos de Pérdida (cont.)**

- Modelos de un solo período o modelos estadísticos tratan con la distribución de pérdidas para un período.
- Los modelos de varios períodos son necesarios para análisis a largo plazo y para combinar una distribución de frecuencias con una distribución de severidad de la pérdida para entender los modelos de un solo período a través de la simulación.
- Los modelos de pérdidas por riesgo operacional son necesariamente modelos multi-período porque tienen que ver con las grandes pérdidas que pueden ocurrir sobre largos intervalos.

**Simulación de Monte Carlo**

- Teniendo en cuenta las dos distribuciones y sus parámetros, se genera una simulación de Monte Carlo de los eventos de la siguiente manera. Teniendo en cuenta los eventos de pérdida  $L$  (por ejemplo,  $L \sim \text{Poisson}(\lambda)$ ) y los valores de la severidad  $S$  (por ejemplo  $S \sim \text{lognormal}(\mu, \sigma^2)$ ), entonces el algoritmo que se muestra a continuación se puede utilizar para generar una distribución de pérdidas y cuantil.

```

//Generar 10000 simulaciones
//Obtener el número de pérdidas
//Para cada evento de pérdida
//Obtener la severidad
//Añadir la severidad al riesgo
//Generar las pérdidas
    
```

**Modelos de Pérdida**

- Los modelos de pérdida es un término general que se aplica a un modelo estadístico para estimar la pérdida.
- Generalmente, un conjunto de datos de pérdida está equipado con una o más distribuciones paramétricas (una para la frecuencia y otra para la severidad) y después la distribución de la pérdida total se genera utilizando una simulación de Monte Carlo.

**Distribuciones Paramétricas**

- Los modelos de pérdida también pueden caracterizarse por las distribuciones paramétricas utilizadas, por ejemplo:
  - Un típico modelo multi-período de pérdida tiene una distribución de Poisson para la frecuencia y una lognormal para la severidad.
  - La familia de Poisson se utiliza a menudo para la frecuencia, pero se utilizan muchos más tipos de distribuciones de severidad, como la Binomial Negativa, Burr, Pareto y otras.

**Modelos de pérdida EVT**

- La metodología EVT para el riesgo operacional es básicamente un modelo de pérdida para las pérdidas de gran tamaño utilizando una GPD para la severidad. La técnica para el montaje del GPD a los datos es el método de picos sobre umbral (POT), donde los valores grandes sobre un umbral específico se montan en la GPD.

### Pasos para la metodología EVT

1. Recopila datos de pérdidas por encima del umbral junto con el tiempo de evento de pérdida.
2. Coloque la cantidad exceso de pérdida (severidad) a la GPD utilizando máxima verosimilitud (o técnica de ajuste).
3. Ajuste el tiempo de llegada de eventos de pérdida a una distribución de Weibull usando la tasa media entre llegadas (o técnica de ajuste apropiado).
4. Utilice la simulación de Monte Carlo para generar una distribución de pérdidas de la distribución de Poisson y GPD durante un horizonte de tiempo.
5. La combinación de la severidad y la distribución de frecuencias en una simulación de Monte Carlo muestran la distribución de exceso de pérdida. La distribución de exceso de pérdida resultante es una distribución de las pérdidas de múltiples períodos de solo aquellas pérdidas que exceden el umbral.

### MODELOS DELTA - EVT PARA RIESGO OPERACIONAL

La aplicación de la metodología de Delta-EVT al riesgo operacional requiere el desarrollo de un conjunto específico de los modelos de negocio, modelos de factores de riesgo, métodos de pérdida, escenarios plausibles, y las medidas de riesgo de la empresa.

### Modelos de Riesgo

- Los modelos de riesgo relacionan los factores de riesgo de las actividades de los procesos de valor agregado a través de una función de valor.
- Esta función es la relación entre el factor y ganancias, y está diferenciada para obtener la sensibilidad, que es la relación entre el cambio en el factor y el cambio en los ingresos.

### En Resumen

- La metodología EVT presentada es un modelo de pérdida de múltiples períodos con dos distinciones importantes. En primer lugar, el modelo de pérdida de un período se aplica a las pérdidas. En segundo lugar, sólo se aplica a las pérdidas de sobre un umbral específico (exceso de pérdidas).
- Al centrarse en las estimaciones de pérdida de exceso, la metodología EVT promete mejorar las técnicas paramétricas tradicionales que utilizan la totalidad de los datos subyacentes y medidas de tendencia central (por ejemplo, medias y varianzas).
- La determinación del umbral es esencial en la aplicación de EVT al riesgo operacional. Cuando el umbral se estima a un valor en riesgo de exceso de pérdidas.

### Modelo de Negocio

- Los modelos de negocio son la unidad básica de análisis para el riesgo operativo. Contienen los procesos de valor agregado dentro de cada unidad de negocio en la empresa, así como las actividades y los factores dentro de estos procesos que se combinan para formar la jerarquía de la empresa.

### Modelos de Pérdida

Componentes de la base de datos para modelar las pérdidas	
DESCRIPCIÓN	
Nombre de la unidad de negocios asociada de pérdida.	
Fecha del siniestro	
Importe de la pérdida (en moneda local)	
Categoría de evaluación de la causa principal de la pérdida	
Descripción detallada de la pérdida, incluyendo los factores clave, las circunstancias atenuantes y eventos relacionados.	

Fuente: Modelo de pérdida según Jorj L. King, Cambridge 2006.

## ESCENARIOS

- Los raros acontecimientos y sus consiguientes pérdidas pueden modelarse utilizando escenarios.
- Un escenario es una pérdida (frecuencia y severidad de eventos) que se describe con suficiente detalle que se considera plausible, dadas las características relevantes de la unidad de negocio.
- En la práctica, los posibles escenarios se basan en hechos históricos y acontecimientos en otras empresas que se pueden modificar para crear los escenarios plausibles para su empresa.

## Medidas de riesgo operacional proporcionadas por Delta-EVT

1. Pérdida operativa máxima: El valor de la pérdida de la distribución de pérdidas operativas a un nivel de confianza determinado (por ejemplo, 95%).
2. Valor en riesgo: El valor de las pérdidas operativas a un determinado nivel de confianza (por ejemplo, 95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).
3. Exceso de pérdida máxima: el valor de la pérdida de la distribución del exceso de pérdidas a un determinado nivel de confianza (por ejemplo, 95%).
4. El exceso de valor en riesgo: El valor del exceso de las pérdidas en un nivel de confianza específico nivel (por ejemplo, 95%) y por un período determinado (por ejemplo, un año).

## CONCLUSIONES

- El riesgo operacional se ha descrito como el más antiguo de los riesgos, pero su gestión es todavía una de las más nuevas disciplinas. Hay un importante trabajo por hacer, tanto en herramientas prácticas como en conceptos teóricos.
- Las empresas que comienzan su trabajo tienen la tarea de examinar la eficacia de sus controles de riesgos operacionales, pues prácticamente todas las empresas tienen estos controles en alguna forma, sin embargo, debe centrarse más atención en la eficacia de estos controles que se están realizando y en las iniciativas de gestión del riesgo global de su empresa y los negocios estratégicos.

## Medidas de Riesgo

- Las medidas de riesgo son los resultados del sistema de medición del riesgo operacional. Se utilizan para medir el nivel de riesgo operativo y constituyen la base para el cálculo de los requerimientos de capital económico para la unidad de negocio.
- Las medidas de Delta-EVT son medidas de pérdidas de los dos períodos de generación de fuentes, los procesos de valor agregado y los acontecimientos raros.
- Una de las medidas de riesgo más importantes es el valor en riesgo (VaR), el cual se define como la pérdida máxima de un intervalo de confianza específico durante un período de tiempo definido (Jorion 1997).

## En Resumen

- La teoría del valor extremo está bien desarrollada para los procesos raros, pero esta bien adaptada para la aplicación a pérdidas financieras debido al riesgo operacional. Su enfoque en eventos extremos y excepciones la hace ideal para el desarrollo de modelos para el capital económico y los planes de seguros.
- Desafortunadamente su aplicabilidad a los valores de corte y los datos precisos a veces hacen que sea difícil de aplicar. Sin embargo, EVT presenta una alternativa viable a los modelos tradicionales de pérdida para eventos raros e interrupciones de control relacionadas con el riesgo operacional. Los datos de pérdidas grandes están mucho más a la mano, ya que hay relativamente pocos acontecimientos y están generalmente bien documentados.
- La aplicación de EVT a grandes pérdidas debe de especializarse a partir de procesos bien entendidos. Es una teoría bien fundamentada para los procesos físicos, complementa la teoría de la propagación de errores, y requiere de un refinamiento posterior conjunto de datos.

## CONCLUSIONES

- El avance en la medición del riesgo operativo en Colombia, se ve alicado debido a que no se cuenta con especialistas en el área que permitan tener los datos para el registro de los eventos causantes de pérdidas.
- Recurriendo a fuentes bibliográficas, en este caso en otro idioma, para abordar de mejor manera la gestión de riesgos operacionales, se encontró el libro "Operational Risk Measurement and Modelling" de Jack L. King, y se realizó la traducción de las mismas, para la elaboración del documento académico sobre Riesgo Operativo.
- Así mismo, se elaboró un material que sirve de apoyo para la asignatura "Administración del Riesgo" basado en la traducción del libro.

## CONCLUSIONES

- La estrategia para que las empresas puedan aumentar su valor, consiste en la reducción del riesgo operativo asociado con el rendimiento.
- El riesgo operacional es una parte inherente de la forma en que una empresa realiza sus negocios y está estrechamente vinculado con el desempeño. La toma de buenas decisiones sobre el riesgo operacional requiere una medida objetiva y relevante del mismo.
- Para esta medición, es necesaria una metodología combinada como la propuesta Delta-EV7 porque las técnicas tradicionales no se ocupan bien de ambos tipos de fluctuaciones. La causalidad es la clave para entender el riesgo operacional y se puede controlar y que no, proporcionando la base para su gestión.
- Las herramientas clave en la gestión del riesgo operacional son la calidad de la gestión de la empresa y la calidad de los controles de una empresa. La calidad de la gestión y la calidad de los controles son el núcleo del riesgo operacional. La calidad de la gestión y la calidad de los controles operacionales, estas cuestiones son ahora más importantes que nunca.

