



*Página en blanco a propósito*

# **GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS**

**Un enfoque práctico para  
países latinoamericanos**

José A. Soler Ramos, Kim B. Staking, Alfonso Ayuso Calle,  
Paulina Beato, Emilio Botín O'Shea, Miguel Escrig Meliá y  
Bernardo Falero Carrasco

Banco Interamericano de Desarrollo  
Grupo Santander

1999

**Cataloging-in-Publication data provided by the  
Inter-American Development Bank  
Felipe Herrera Library**

Gestión de riesgos financieros : un enfoque práctico para países latinoamericanos / José A. Soler Ramos ... [et al.]

p. cm.

Includes bibliographical references.

ISBN:1886938474

1.Risk. 2.Risk—Latin America. 3.Venture capital. 4.Venture capital—Latin America. 5.Risk assessment. 6.Risk assessment—Latin America. 7.Foreign exchange market. 8.Foreign exchange market—Latin America. I.Soler Ramos, José A. II. Inter-American Development Bank. III.Grupo Santander.  
338.5 G393—dc20

Las opiniones expresadas en este libro son responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan los puntos de vista del Banco Interamericano de Desarrollo ni del Grupo Santander.

Esta edición de 3000 ejemplares se terminó de imprimir en el mes de enero de 1999 en Washington, D.C.

**Gestión de riesgos financieros: un enfoque práctico para países latinoamericanos**

© Banco Interamericano de Desarrollo, 1999

Esta publicación puede solicitarse a:

IDB Bookstore

1300 New York Avenue, N.W.

Washington, D.C. 20577

Estados Unidos de América

Correo electrónico: [idb-books@iadb.org](mailto:idb-books@iadb.org)

[www.iadb.org](http://www.iadb.org)

ISBN: 1-886938-47-4

## ÍNDICE GENERAL

Presentación, por Enrique V. Iglesias .....	v
Introducción .....	vii
Autores de la obra .....	xi
Advertencia terminológica .....	xiii
Índice de materias .....	xv
1. Alcance y valor de la gestión de riesgos .....	1
2. La gestión de riesgos: estructura organizativa y funciones .....	23
3. Gestión y control del riesgo de mercado .....	43
4. Un enfoque para banca comercial.....	79
5. Gestión y control del riesgo de crédito .....	99
6. Gestión y control del riesgo operacional.....	123
7. Gestión y control del riesgo legal.....	145
8. Sistema de información de gestión de riesgos.....	163
9. Metodologías de medición del riesgo de mercado .....	203
10. Un enfoque para mercados latinoamericanos.....	269
11. Metodologías de medición del riesgo de crédito.....	373
12. Implantación de sistemas informáticos de gestión de riesgos .....	389
13. Plan de formación en gestión de riesgos.....	427
Bibliografía.....	439
Glosario .....	441

Véase a partir de la página xv el índice de materias en el que se detallan los apartados de cada capítulo.

*Página en blanco a propósito*

# Presentación

Durante las últimas dos décadas los procesos de reformas y modernización de las economías de América Latina han fortalecido y dinamizado las instituciones y los mercados financieros de la región. El BID considera que esta favorable evolución está muy relacionada con la capacidad de las instituciones que operan en ese mercado para administrar adecuadamente sus carteras de riesgo, frente a la volatilidad del financiamiento privado externo. Asimismo, el BID está propiciando un nuevo enfoque que consiste en adaptar a las necesidades de la región las prácticas de la comunidad internacional que han mostrado ser efectivas para la promoción del crecimiento y el bienestar económico. La elaboración y publicación de este libro se enmarca en dicho contexto.

El presente volumen ofrece un enfoque novedoso sobre la gestión de los riesgos en las instituciones financieras y es el resultado de una cooperación fructífera con el Grupo Santander. Contiene los elementos básicos que permiten a las instituciones financieras adoptar decisiones sobre el nivel de riesgo que estén dispuestas a asumir y los sistemas de información que se requieran para el seguimiento y control de los riesgos asociados a las operaciones financieras. El libro coloca el concepto de “capital en riesgo” en el centro de la gestión moderna de riesgos de las entidades financieras que operan en mercados volátiles. Presenta lineamientos para calcular dicho valor en mercados emergentes con reducida liquidez e incluye procedimientos para garantizar que la entidad financiera disponga del capital necesario para compensar los riesgos y disminuir la vulnerabilidad.

Los procedimientos y lineamientos contenidos en este volumen están dirigidos a todos los niveles de la administración de las entidades financieras, desde el consejo de administración a la alta dirección y a los departamentos operativos y legales. El enfoque consiste en que las decisiones de todas las unidades se adopten mediante una evaluación sistemática y uniforme de los riesgos. Es necesario insistir que el enfoque presentado en este volumen no es el único que existe para calcular y controlar los riesgos. Cada entidad financiera debe desarrollar los lineamientos y procedimientos más apropiados a sus características y con los que puede sentirse cómoda, pero esos deben involucrar a toda la organización y contemplar un análisis cuidadoso y sistemático del valor en riesgo.

Con la publicación de este libro ponemos a disposición de las entidades financieras y de los reguladores y supervisores de estas entidades un sistema de gestión de riesgos aplicado en una institución financiera de prestigio en el ámbito internacional y adaptado a las necesidades específicas de los mercados emergentes. Nuestro deseo es iniciar un proceso para que todas las instituciones financieras de la región puedan contar con un sistema de gestión de riesgos responsable, creíble y acorde con sus propias necesidades. Creo que de esta manera la región habrá logrado avanzar en la consecución de la estabilidad y eficiencia de los sistemas financieros.

**Enrique V. Iglesias**, Presidente  
Banco Interamericano de Desarrollo

*Página en blanco a propósito*

# Introducción

El presente manual pretende ayudar a las entidades financieras y empresas del entorno latinoamericano a implantar un modelo sistemático, objetivo y homogéneo de gestión de riesgos financieros, que les permita evaluar y controlar la creación de valor de los diferentes negocios en los que operan.

El libro cubre en general todos los aspectos relevantes relacionados con la gestión de riesgos financieros, fundamentalmente riesgos de mercado y de crédito, pero también riesgo operativo y legal. En particular se analiza la problemática concreta de la gestión de riesgos financieros en el entorno latinoamericano y se proponen soluciones prácticas.

Las ideas que se exponen son aplicables fundamentalmente a entidades financieras y también a departamentos financieros de cualquier empresa, pero siempre bajo la óptica de la gestión de riesgos financieros. No se tratan aquí otros tipos de riesgo, aunque sí se ofrece un marco general en el que incorporarlos. En el caso de empresas no financieras no se cubre la gestión de los riesgos propios de la actividad de cada entidad (riesgos de producción, de almacenaje, de aprovisionamiento, etc.). En el caso de entidades financieras sí se cubren los riesgos de negocio relacionados con aspectos financieros, pero no los riesgos relacionados con aspectos tales como la elección de sectores de actividad (banca mayorista, banca de inversión, etc.), estilos de gestión, planes de expansión, etc.

El manual plantea una racionalización gradual y sistemática de la gestión de riesgos financieros en las entidades del entorno latinoamericano. Lo que se intenta es ayudar a las entidades a rentabilizar las inversiones que necesiten realizar para gestionar adecuadamente sus riesgos financieros, evitando errores —que incrementan costos e impiden obtener el máximo provecho de los medios implantados—, de manera que se avance con eficacia y rapidez por el camino ya recorrido por numerosas compañías estadounidenses y europeas, muchas de las cuales operan actualmente en América Latina, directamente o través de filiales.

Se ha intentado cubrir todos los temas relevantes referentes a la gestión de riesgos financieros con la profundidad necesaria para que tengan valor añadido para las entidades a las que va dirigida la obra. Se ha intentado que la exposición de los conceptos sea fácil de asimilar y comprender. Las cuestiones técnicas más complejas se desarrollan en apéndices especiales. Se pretende que el manual pueda ser utilizado por las entidades del entorno latinoamericano como material de referencia para la formación de sus miembros en todos los aspectos relacionados con la gestión de riesgos financieros.

Las sugerencias y ejemplos de gestión de riesgos financieros que se aportan pueden servir de guía a las entidades, pero en ningún caso deben considerarse reglas absolutas. Las decisiones concretas que cada entidad toma respecto de cualquier aspecto —estructura organizativa, metodologías, procedimientos, controles, sistemas, etc.— relacionado con la gestión de los riesgos financieros a los que está expuesta dependen de su situación particular y de las características concretas del entorno en el que opera. Para poder tomar dichas decisiones las entidades deben contar con personal calificado y suficientemente experimentado en todas las áreas relacionadas con la gestión de riesgos.

El libro está dividido en trece capítulos que pueden considerarse agrupados en cuatro secciones. Una primera sección (capítulos 1 y 2) presenta los aspectos generales de la gestión de riesgos. El capítulo 1 introduce la filosofía general de la gestión de riesgos, su alcance y las

razones por las que puede añadir valor a la empresa, justificando la inversión necesaria para implantarla y desarrollarla. El objetivo de plantear un marco general en el que encuadrar la gestión de riesgos es evitar que las entidades puedan cometer errores de partida que puedan desviar todos los esfuerzos posteriores. El capítulo 2 aborda las cuestiones relativas a la estructura organizativa y funciones de la gestión de riesgos. Se propone un modelo de estructura organizativa orientada a dar soporte integral a la gestión de riesgos financieros, definiendo las funciones de los diferentes estamentos, así como las relaciones existentes entre ellos.

La segunda sección del libro (capítulos 3 a 8) presenta los principios de gestión y control de riesgos financieros. El capítulo 3 aborda la gestión y control del riesgo de mercado. Se analiza cómo pueden descubrirse los riesgos de mercado a los que está expuesta una entidad y se plantean alternativas para definir la estructura de límites de riesgo de mercado y los procedimientos de control. Se exponen también algunas técnicas de gestión del riesgo de mercado. El capítulo 4 es un enfoque de cuantificación y gestión del riesgo de mercado del negocio de banca comercial (corporativa, de empresas, de personas, etc.), que se compara con algunas de las metodologías tradicionalmente utilizadas por las entidades para el mismo fin. El capítulo 5 se refiere a la gestión y control del riesgo de crédito y analiza los principales aspectos que las entidades deben tener en cuenta a la hora de medir, controlar y gestionar el riesgo de crédito. Se introducen los diferentes conceptos relacionados con la gestión y el control del riesgo crediticio (exposición crediticia, provisión crediticia, capital en riesgo crediticio, rentabilidad ajustada según el riesgo crediticio y posición crediticia), se exponen las líneas fundamentales del riesgo de crédito en el negocio de banca comercial, con el objetivo de clarificar el paralelismo existente con el riesgo de crédito en tesorería, y se desarrolla en profundidad lo relativo a la gestión y el control del riesgo de crédito en el negocio de tesorería. En el capítulo 6 se define y delimita el alcance del riesgo operacional y se desarrolla un modelo básico de políticas y procedimientos que una entidad podría establecer para controlar el riesgo operacional del negocio de tesorería. El capítulo 7 define el alcance del riesgo legal y los objetivos que una entidad debe perseguir mediante su gestión y control. Incluye también una guía para el control del riesgo legal de las operaciones de tesorería en la que se detallan las situaciones y se definen los controles que las entidades deben establecer para paliar el riesgo legal correspondiente. Al final del capítulo se examina la problemática legal específica en el entorno latinoamericano para cuatro aspectos relacionados con las operaciones de tesorería: operaciones de divisa, instrumentos derivados y contratos marco, *netting* y colaterales. El capítulo 8 se refiere al sistema de información de gestión de riesgos y en él se dan criterios concretos en cuanto a la información necesaria para que los estamentos de la organización a los distintos niveles puedan evaluar, controlar y tomar decisiones adecuadas sobre los riesgos financieros que asume la entidad. También se analiza la problemática de la difusión externa de la información sobre gestión de riesgos.

La tercera sección del libro (capítulos 9 a 11) aborda las metodologías de medición de riesgos. El capítulo 9 desarrolla los procedimientos de cálculo de las medidas de rentabilidad-riesgo definidas en el capítulo 3, necesarias para gestionar y controlar los riesgos de mercado. Se contrastan dos enfoques alternativos de cálculo, analítico y numérico. Se estudia analíticamente el comportamiento y las medidas de riesgo asociadas a un activo; luego se generaliza el caso a una cartera y se compara con los resultados obtenidos mediante un modelo numérico basado en simulaciones de Monte Carlo e históricas. El capítulo 10 presenta un enfoque para mercados latinoamericanos. Se analizan distintas alternativas para cubrir la problemática asociada a la gestión y control de riesgos en mercados emergentes y, en concreto, en el entorno latinoamericano. El capítulo está estructurado en tres grandes bloques referentes a riesgo de crisis, productos específicos y mercados poco líquidos. El capítulo 11 está dedicado a las metodologías de medición del riesgo de crédito. Aquí se realiza una propuesta de cálculo de

tres parámetros básicos para la gestión y el control del riesgo de crédito en tesorería: provisión crediticia, capital en riesgo crediticio y rentabilidad ajustada según el riesgo crediticio.

La última sección del libro (capítulos 12 y 13) trata de los medios materiales y humanos que se requieren para implantar la gestión de riesgos. El capítulo 12 analiza las fases y puntos críticos que una entidad tiene que considerar al definir e implantar una estructura de sistemas informáticos para gestión y control de riesgos. En el capítulo 13 se proponen criterios y orientaciones para desarrollar un plan de formación sobre gestión de riesgos.

Para los responsables de la función de gestión de riesgos probablemente las cuatro secciones del libro serán de interés. Para los demás lectores cada sección tendrá diferente interés y aportará distinto valor añadido en función del papel que personalmente desempeñen en el proceso de gestión y control de riesgos financieros.

- Para los miembros de la alta dirección de la entidad las dos primeras secciones serán las de mayor interés, ya que en ellas se exponen los aspectos estratégicos y tácticos relacionados con la gestión y el control de riesgos financieros.
- Los profesionales de las áreas de gestión y control de riesgos que tengan un perfil más técnico deben ser los encargados de analizar e implantar las propuestas metodológicas de la segunda y, fundamentalmente, de la tercera sección del manual.
- Los profesionales de las áreas de sistemas y formación (recursos humanos) encontrarán en la cuarta sección del manual propuestas que pueden serles de utilidad para desarrollar las funciones que tienen encomendadas en relación con el proceso de gestión y control de riesgos.

El libro destaca la existencia de diferentes estándares internacionales sobre cómo deben abordar las entidades la gestión de los riesgos financieros. Es conveniente que todas las entidades conozcan en profundidad el alcance y contenido de dichos estándares. El manual aporta una visión resumida de las recomendaciones de tres estándares internacionales que, por su relevancia y por la amplitud de los temas tratados, pueden ser considerados una buena muestra de todos los existentes. Los estándares seleccionados son los del Grupo de los Treinta (*Group of Thirty, G30*), el Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados (*Derivatives Policy Group, DPG*) y el Comité de Basilea (*Basle Committee on International Bank Supervision*) o Banco de Pagos Internacionales (BPI, *Bank for International Settlements*). Al final de varios capítulos se han recogido las recomendaciones del G30, el DPG y el BPI sobre los aspectos tratados en el capítulo en cuestión. Las recomendaciones del G30 y del DPG están especialmente dirigidas a entidades que operan con instrumentos derivados. No obstante, la mayoría de estas recomendaciones son aplicables a las operaciones con otros instrumentos y, en general, deben ser tenidas en cuenta por las entidades al gestionar y controlar los riesgos financieros.

El proyecto en el que se enmarca la elaboración de este manual comprende también la implantación de la gestión de riesgos financieros en dos entidades del entorno latinoamericano (Banco Santander Chile y Banco Santander Perú). Una vez que el proceso de implantación haya concluido se publicará un documento en el que se expondrán el alcance, los objetivos, los puntos críticos y los resultados alcanzados. Se pretende que ese documento sea un complemento al presente manual y permita a las entidades conocer y analizar dos experiencias reales del proceso de implantación de un modelo de gestión de riesgos financieros.

Los autores

*Página en blanco a propósito*

## AUTORES DE LA OBRA

JOSÉ ANTONIO SOLER RAMOS, doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Universidad Autónoma de Madrid, es actualmente Director de Santander Consultoría Financiera. Fue Socio Director de Delta Investigación Financiera y trabajó como jefe de equipo en Alpha Corporate, empresa de asesoramiento financiero del grupo Arthur Andersen. Imparte cursos de posgrado de finanzas en las principales universidades y escuelas de negocios de Madrid. Es autor del libro *Swaps y otros derivados OTC en tipos de interés* (Madrid, McGraw-Hill, 1996) y ha publicado diversos artículos sobre temas financieros en revistas especializadas.

KIM B. STAKING, doctor en Ciencias Económicas y Empresariales por la Wharton School, University of Pennsylvania, es Economista Financiero Principal en la División de Infraestructura y Mercados Financieros del Banco Interamericano de Desarrollo. Ha ejercido la docencia en el Institut Européen d'Administration des Affaires (INSEAD) en Fontainebleau, Francia, en la Wharton School, la Université de Lausanne y California State University. Su experiencia profesional incluye la banca comercial internacional (en los Estados Unidos y Chile), la investigación económica y la consultoría en temas financieros relacionados con la gestión de riesgos, la gestión de activos y pasivos y la gestión financiera en mercados de seguros. Ha publicado artículos en *Journal of Finance*, *Journal of Risk and Insurance* y en *Financial Institutions Research* (Goldman Sachs).

ALFONSO AYUSO CALLE, ingeniero aeronáutico por la Universidad Politécnica de Madrid y MBA por el Instituto de Empresa de Madrid, es actualmente consultor *senior* de Santander Consultoría Financiera. Ha sido analista cuantitativo del área de investigación de mercado de capitales y ha trabajado en el diseño de modelos de valoración y gestión de riesgos de mercado para el área de control de riesgos de Santander Investment. Ha impartido cursos y seminarios sobre valoración de instrumentos financieros, manejo de productos derivados y gestión de riesgos de mercado.

PAULINA BEATO, Ph.D en Economía por la Universidad de Minnesota, es Economista Principal en la División de Infraestructura y Mercados Financieros del Banco Interamericano de Desarrollo. Anteriormente trabajó para el Fondo Monetario Internacional y desempeñó funciones de alta dirección en varias empresas industriales y financieras. Ha publicado en revistas especializadas artículos sobre aspectos de regulación y política de competencia.

EMILIO BOTÍN O'SHEA, graduado en Business Economics (Honors) por Brown University, es actualmente Chief Executive Officer del Hedge Fund Vega Asset Management y miembro del Consejo de Administración de Banco Santander y de su Comité de Seguimiento del Riesgo Global. Ha dirigido el Área Financiera, la Cuenta Propietaria y el Departamento de Mercado de Capitales del Grupo Banco Santander y ha sido Presidente de Santander Consultoría Financiera. Previamente fue Vicepresidente de Productos Estructurados de Bankers Trust Co., en Londres.

MIGUEL ESCRIG MELIÀ, ingeniero industrial (Premio Extraordinario) por la Universidad Politécnica de Valencia y MBA por el IESE, es actualmente Director de Riesgos de Vector Investment Advisors. En Banco Santander ha dirigido el Departamento de Gestión Global del Riesgo de Mercado y ha sido Director de Santander Consultoría Financiera. Trabajó en la tesorería de J. P. Morgan como responsable de cuentas en el área de ventas de productos

derivados. Se inició en España en el análisis de riesgos en un proyecto patrocinado por el Consejo de Seguridad Nuclear, en la estimación de la probabilidad de accidente en centrales nucleares.

BERNARDO FALERO CARRASCO, ingeniero de telecomunicaciones por la Universidad Politécnica de Madrid, es consultor *senior* de Santander Consultoría Financiera. Anteriormente ha sido jefe de equipo en Norsistemas Consultores, empresa de consultoría de sistemas del grupo Unión Fenosa. Trabajó en el Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas y ha publicado en revistas especializadas diversos artículos sobre las aplicaciones informáticas para la gestión de proyectos.

## Advertencia terminológica

Como es sabido, la jerga económica y financiera está plagada de tecnicismos y de términos tomados directamente del inglés. Este libro no es una excepción a esa norma e incluye muchos extranjerismos, que se han marcado en *cursiva*. Hasta donde ha sido factible, se han utilizado abreviaturas en castellano equivalentes a las directamente asimiladas del inglés. Para facilitar la lectura y resolver posibles dudas terminológicas del lector, al final del libro se ha incluido un glosario (página 441) de términos extranjeros, símbolos y abreviaturas. Las equivalencias en castellano de términos extranjeros que se indican en el glosario corresponden casi siempre al uso en las instituciones financieras internacionales. Remitimos al lector a ese glosario en el que, salvo error u omisión, encontrará el significado de cualquier símbolo, abreviatura o término extranjero utilizado en el texto.

Sección de Publicaciones  
Banco Interamericano de Desarrollo

*Página en blanco a propósito*

# Índice de materias

Presentación, por Enrique V. Iglesias v
Introducción vii
Autores de la obra xi
Advertencia terminológica xiii

## **CAPÍTULO 1. Alcance y valor de la gestión de riesgos**

¿EN QUÉ CONSISTE LA GESTIÓN DE RIESGOS? 1
¿QUÉ ES EL RIESGO? 4
Concepto de riesgo 4
Capital en riesgo y RORAC 7
ALCANCE DE LA GESTIÓN DE RIESGOS 9
Fijación de criterios de aceptación de riesgos 9
Análisis y evaluación de los riesgos existentes 10
Toma de decisiones acerca de la posición 11
Evaluación de resultados 12
Implantación 13
Comunicación 13
EL VALOR DE LA GESTIÓN DE RIESGOS 14
Valor del enfoque global 14
Valor de la gestión financiera 16
EL CONTEXTO LATINOAMERICANO 21

## **CAPÍTULO 2. La gestión de riesgos: estructura organizativa y funciones**

INTRODUCCIÓN 23
COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA ESTRATÉGICA 24
El consejo 25
El comité ejecutivo 27
El comité de activos y pasivos (CAP) 28
El comité de riesgos 30
Comités de negocio 31
COMPOSICIÓN Y FUNCIONES DE LA ESTRUCTURA OPERATIVA 32
Área de análisis y control de riesgos 32
Área de gestión de activos y pasivos (área GAP) 35
Áreas de negocio 36
Áreas de soporte 36
Áreas de administración y área de operaciones ( <i>back office</i> ) 37
Área de tecnología y sistemas 37
Área de asesoramiento jurídico-legal y fiscal 37
Área de recursos humanos y formación 37
Área de auditoría interna 38

ESTRUCTURA ORGANIZATIVA INTEGRAL DE GESTIÓN DE RIESGOS 38  
RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA 40

### **CAPÍTULO 3. Gestión y control del riesgo de mercado**

PERSPECTIVA 43  
IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS DE MERCADO 45  
Factores de riesgo de mercado 46  
    Riesgo de tipo de interés 47  
    Riesgo de acciones 48  
    Riesgo de mercancías 48  
    Riesgo cambiario 48  
El valor del negocio 49  
Mapa de riesgo global 50  
    Mapa de posiciones 51  
    Sensibilidad a factores de riesgo 53; Cartera equivalente 54  
    Mapa de pérdidas y ganancias 55  
    Medidas de rentabilidad-riesgo 56  
    Valor en riesgo 56; Capital en riesgo 57; RORAC 59; Ejemplo 60  
CONTROL DEL RIESGO DE MERCADO 61  
Estructura de límites 62  
    Límites en posición nominal 62  
    Límites en posición equivalente 63  
    Límites en capital en riesgo 63  
Control de límites 64  
GESTIÓN DEL RIESGO DE MERCADO 66  
Cartera de cobertura 67  
Gestión del capital en riesgo 68  
    CERDelta 69  
Efectos de segundo orden 70  
    Riesgo de base 71  
    Riesgos de orden superior 73  
RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE RIESGO DE MERCADO 75

### **CAPÍTULO 4. Un enfoque para banca comercial**

PERSPECTIVA 79  
Riesgo de cartera 80  
Riesgo estructural 81  
Conclusiones 84  
CÁLCULO DE LA CURVA DE TIPOS DE TRANSFERENCIA 85  
VALORACIÓN DE OPERACIONES DE BANCA COMERCIAL 88  
Préstamos sin opciones 89  
Préstamos con opciones 89  
Cuentas corrientes 91  
METODOLOGÍAS TRADICIONALES DE MEDICIÓN DEL RIESGO DE MERCADO DEL NEGOCIO DE BANCA COMERCIAL 92  
Descripción de las metodologías tradicionales 93

- Modelización del balance de banca comercial 93
- Método del *gap* o brecha 94
- Método de simulación 94
- Análisis comparativo de las metodologías 95

## **CAPÍTULO 5. Gestión y control del riesgo de crédito**

- INTRODUCCIÓN 99
- Exposición crediticia 100
- Provisión crediticia 101
- Capital en riesgo crediticio 101
- RORAC crediticio 102
- Posición crediticia 103
- EL RIESGO DE CRÉDITO EN EL NEGOCIO DE BANCA COMERCIAL 105
- Provisión crediticia 105
  - Tasa de morosidad esperada 105
  - Exposición crediticia 106
  - Tasa de recobro 106
- Capital en riesgo crediticio 106
- RORAC crediticio 106
- EL RIESGO DE CRÉDITO EN EL NEGOCIO DE TESORERÍA 107
- Exposición crediticia 107
- Provisión crediticia 110
- Capital en riesgo crediticio 112
- Rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio 113
- Establecimiento y control de límites de riesgo de crédito 114
  - Límites basados en exposición crediticia 115
    - Método de la exposición original 116; Método de la exposición actual 117; Método basado en el concepto de valor en riesgo (VER) 117; Comparación de los tres métodos 118
  - Límites basados en capital en riesgo 119
- RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE RIESGO DE CRÉDITO 120

## **CAPÍTULO 6. Gestión y control del riesgo operacional**

- EL RIESGO OPERACIONAL: DEFINICIÓN Y ALCANCE 123
- PROCEDIMIENTOS Y CONTROLES OPERATIVOS PARA EL NEGOCIO DE TESORERÍA 127
- Procedimientos y controles operativos generales 127
  - Acceso a sistemas 127
  - Control y mantenimiento de bases de datos estáticas 128
  - Control de boletas 128
  - Control de grabaciones telefónicas 129
  - Controles automáticos en los sistemas 129
  - Controles para la transferencia directa de datos entre sistemas 130
- Procedimientos y controles operativos en el *front office* 130
  - Al inicio del día 130
  - Antes de contratar una operación 131
  - Después de contratar una operación 131
  - Al final del día 132
- Procedimientos y controles operativos en el *back office* 132

- Registro y verificación de datos 133
- Procesamiento de confirmaciones 134
- Generación y envío de confirmaciones 134; Procesamiento de confirmaciones recibidas 135
- Procesamiento de liquidaciones 135
- Órdenes de pago generadas manualmente 136; Órdenes de pago generadas automáticamente 136
- Conciliaciones 136
- Conciliación de posiciones 136; Conciliación de cuentas de *broker* 137; Conciliación de cuentas de cobros-pagos 137
- Revaluaciones 137
- Contabilización de operaciones 138
- POLÍTICAS DE CONTROL DEL RIESGO OPERATIVO EN TESORERÍA 138
- Código de conducta 139
- Operativa autorizada 140
- Aprobación de nuevas actividades y productos 140
- Niveles de autoridad operativos 140
- Otras políticas específicas para la actividad de tesorería 141
- Revisión y mantenimiento del manual 142
- PLAN DE CONTINGENCIA DE SISTEMAS 142
- RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE RIESGO OPERACIONAL 143

## **CAPÍTULO 7. Gestión y control del riesgo legal**

- INTRODUCCIÓN 145
- EL RIESGO LEGAL : DEFINICIÓN Y ALCANCE 145
- EL RIESGO LEGAL EN OPERACIONES DE TESORERÍA 147
- OPERACIONES EN DIVISA 151
- PROBLEMÁTICA LEGAL DE LOS CONTRATOS SOBRE INSTRUMENTOS DERIVADOS 153
- Implicaciones legales de los mercados de derivados 153
- Tratamiento en diversos países latinoamericanos 154
- Contratos marco 155
- ACUERDOS DE *NETTING* 158
- PROBLEMÁTICA LEGAL DE LOS COLATERALES 160
- RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE EL RIESGO LEGAL 161

## **CAPÍTULO 8. Sistema de información de gestión de riesgos**

- INTRODUCCIÓN 163
- INFORMACIÓN INTERNA PARA LA GESTIÓN DE RIESGOS 163
- Información para el consejo 164
  - Evaluación de los resultados 164
  - Evaluación del riesgo de cambio en inversiones estructurales 165
  - Gestión de activos y pasivos de la entidad 169
  - Evaluación y toma de decisiones 169
- Información para el comité ejecutivo 172
  - Evaluación de los resultados 173
  - Evaluación y control de los resultados 173; Informe para la toma de decisiones sobre riesgo de mercado y crédito 174
  - Evaluación del riesgo de cambio en inversiones estructurales 176

- Gestión de activos y pasivos de la entidad 177
- Información para el comité de activos y pasivos (CAP) 179
  - Descripción de la posición 179
  - Evaluación de los márgenes financiero y ordinario 183
  - Informes para la toma de decisiones 183; Informes para el control 185
  - Evaluación de los resultados 187
  - Informe de rentabilidad-riesgo 188
- Información para el comité de riesgos 189
  - Informes para el análisis y el control del riesgo de mercado 189
  - Informes para la evaluación del riesgo de mercado 190; Informes para el control del riesgo de mercado 190
  - Informes para el análisis y el control del riesgo de crédito 191
  - Informes para la evaluación del riesgo de crédito 191; Informes para el control del riesgo de crédito 193
  - Informes para el control del riesgo de cambio estructural 194
  - Informes para la evaluación y toma de decisiones 194; Informes para el control 195
- Información para los comités de negocio 196
  - Informes para la gestión del riesgo de mercado 196
  - Informes para la gestión del riesgo de crédito 198
- INFORMACIÓN PARA LOS AGENTES EXTERNOS 199
- RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE GESTIÓN 202

## **CAPÍTULO 9. Metodologías de medición del riesgo de mercado**

- INTRODUCCIÓN 203
- MEDIDAS DE RENTABILIDAD Y RIESGO 204
  - Medidas de rentabilidad 204
    - Tasa de retorno anual 204
    - Tasa de retorno continua 204
    - Ejemplo 204
  - Comportamiento del valor de un activo 205
    - Hipótesis de rentabilidades normales 205
    - Intervalo de confianza 206
  - Volatilidad 206
    - Definición 207
    - Previsión de volatilidad 208
    - Métodos basados en series de rentabilidades históricas 208; Modelos basados en expectativas 216;
    - Comparación de la capacidad predictiva 219
  - Medidas de riesgo 221
    - Medidas de riesgo diarias 221
    - Valor en riesgo diario 222; Capital en riesgo diario 222; RORAC esperado 223; Ejemplo 224
    - Medidas de riesgo anualizadas 225
    - Riesgo constante 226; Valor en riesgo anualizado 226; Capital en riesgo anualizado 226; RORAC esperado anualizado 227; Ejemplo 227
- ANÁLISIS DE UNA CARTERA 228
  - Volatilidad de la cartera 229
  - Capital en riesgo diario de la cartera 230
  - Ejemplo 231
  - Efecto diversificación 233
  - Cartera multidivisa 235

- Riesgo cambiario por instrumento 237
- Riesgo cambiario agrupado por divisa 238
  - Capital en riesgo diario de una cartera multdivisa 239
  - Ejemplo 240
- TÉCNICAS DE SIMULACIÓN 243
- Simulaciones de Monte Carlo 244
  - Simulaciones para un único instrumento 245
  - Ejemplo 249
  - Simulaciones para una cartera de varios instrumentos 248
  - Una aplicación más: análisis de una cartera de opciones 254
- Simulación histórica 255
  - Ejemplo 256
- SIMULACIÓN DE SITUACIONES EXTREMAS (STRESS TESTING) 258
- Ejemplo: correlación unitaria 258
- COMPROBACIÓN RETROSPECTIVA (BACK TESTING) 259
- APÉNDICES
- Justificación de la hipótesis de normalidad de precios 262
- Anualización por riesgo constante 263
  - Resultados esperados y volatilidad anualizada 264
  - Costos financieros anualizados 265
- Muestreo multivariante normal 266

## **CAPÍTULO 10. Un enfoque para mercados latinoamericanos**

- PERSPECTIVA 269
- RIESGO CAMBIARIO 270
- Regímenes cambiarios 271
  - Riesgo de crisis 272
  - Sistemas cambiarios intervenidos 273
- Generalización del modelo de capital en riesgo 276
  - Volatilidad del tipo de cambio 276
  - Volatilidad global 277
  - Ejemplo 278
- Crisis de divisa en mercados emergentes 280
  - Definición de crisis 281
  - Metodología 282
  - Elección de las variables explicativas 283
  - Resultados 285
- PRODUCTOS ESPECÍFICOS 287
- Bonos Brady 288
  - Garantías 289
  - Valoración 289
    - Tasa interna de rentabilidad 290; *Stripped yield* y *stripped spread* 290; Bonos con garantía móvil 292;
  - Bonos de cupón flotante 295
  - Medidas de riesgo 296
  - Sensibilidad 297; Volatilidad 298
  - Ejemplo 298
    - Bono con cupón fijo 299; Bono con cupón flotante 303
- Bonos con cupón variable 305
  - Ejemplo 305

- Activos vinculados a la inflación 310  
Valoración 310  
Indexación explícita 312; Indexación implícita 312; Rentabilidades reales 313  
Medidas de riesgo 314  
Ejemplo 315
- MERCADOS POCO LÍQUIDOS 316
- Mercados poco líquidos: renta fija 317  
Cartera de bonos de alta rentabilidad 317  
Definición de categorías 318; Parámetros de riesgo por categoría 319; Parámetros de riesgo de un bono de alta rentabilidad 323  
Cartera de renta fija en mercados latinoamericanos 326  
Definición de categorías 327; Emisiones en moneda local 328; Emisiones en US\$ 331
- Mercados poco líquidos: acciones 332  
Definición de categorías 332  
Parámetros de riesgo de un activo 333  
Parámetros de riesgo por categoría 334  
Correlaciones entre activos del mismo sector 334  
Parámetros de riesgo entre categorías 335  
Parámetros de riesgo de un activo poco líquido 335  
Hipótesis simplificadoras 336
- APÉNDICES
- Apéndice I: Instrumentos de renta fija 336  
Precio 337  
Tasa interna de retorno (TIR) 337  
Sensibilidad 339  
Duración modificada 340; Convexidad 341; Ejemplo 341  
Medidas de riesgo 343  
Comportamiento del precio del instrumento 343; Descomposición del instrumento 344; Modelización de la variación de valor de la operación a futuro 345; Cálculo de la volatilidad histórica de la TIR 347; Capital en riesgo diario 347; Ejemplo 348  
Factores de riesgo 348  
Anexos  
Precio futuro de un instrumento de renta fija 349; Modelización del precio futuro de un instrumento de renta fija 350
- Apéndice II: bonos Brady 351  
Tasa interna de rentabilidad 352  
*Stripped yield* y *stripped spread* 352  
*Stripped spread* 353; *Stripped yield* 353  
Bonos con garantía móvil 353  
Flujos equivalentes 354  
Medidas de riesgo 358  
Volatilidad 359  
Corrección de flujos generalizada 360  
Duraciones y convexidades 362
- Apéndice III: Instrumentos a tipo flotante (FRN) con diferencial de crédito 362
- Apéndice IV: Modelo de valoración de activos financieros (MVAF) 365  
Volatilidad del activo 366  
Diversificación y riesgo específico 367  
Cartera diversificada 367  
Volatilidad real frente a volatilidad simplificada 368

- Cartera diversificada entre mercados 369
- Caso general 369
- Volatilidad del activo i 370; Volatilidad de la subcartera j 370; Volatilidad de la cartera total 371

## **CAPÍTULO 11. Metodologías de medición del riesgo de crédito**

- INTRODUCCIÓN 373
- Provisión crediticia 373
- Capital en riesgo crediticio 374
- RORAC crediticio 374
- CÁLCULO DE LA PROVISIÓN CREDITICIA 375
- CÁLCULO DEL CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO 382
- CÁLCULO DE LA RENTABILIDAD SOBRE EL CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO 383
- ASIGNACIÓN DE RESULTADOS ENTRE RIESGOS DE MERCADO Y CRÉDITO 384

## **CAPÍTULO 12. Implantación de sistemas informáticos de gestión de riesgos**

- INTRODUCCIÓN 389
- EL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS 390
  - Bases de datos 390
    - Base de datos de contrapartidas 391
    - Base de datos de límites 392
    - Base de datos de valores negociables 392
    - Base de datos con la estructura de las unidades de negocios 392
    - Base de datos de variables de mercado 393
    - Base de datos de posiciones y operaciones 393
    - Relación entre las bases de datos 394
  - Sistemas de cálculo 394
    - Cálculo de la posición 394
    - Cálculo de los resultados de gestión 394
    - Cálculo de las medidas de riesgo y rentabilidad-riesgo 395
    - Simuladores 395
  - Generadores de informes 396
  - Interfaces 396
- FASES DEL PROYECTO 396
  - Diseño conceptual 397
  - Organización de la fase de diseño conceptual 397
  - Elaboración del diseño conceptual 398
  - Revisión y aprobación 400
- Análisis y diseño 401
  - Organización de la fase de análisis y diseño 401
  - Definición de los requerimientos de usuario 402
  - Diseño funcional 403
  - Evaluación del *hardware* y el *software* 404
  - Diseño técnico 404
  - Especificación de los requerimientos técnicos 405
  - Planificación de la instalación del sistema 406
  - Revisión y aprobación 406
- Desarrollo del sistema de gestión de riesgos 406
- Selección, integración e implantación de aplicaciones 407

PUNTOS CRÍTICOS	408
¿Qué sistemas se desarrollan internamente y cuáles se compran?	408
Definición de los objetivos que se pretenden cubrir	408
Análisis de las aplicaciones instaladas en la entidad	409
Análisis de los productos existentes en el mercado	409
Análisis del costo e implicaciones del desarrollo interno	410
Metodología empleada en el desarrollo del subsistema	411
Toma de la decisión: ¿desarrollo interno o compra de sistema?	411
Si se compran sistemas, ¿qué factores se deben tener en cuenta en el proceso de selección?	411
Funcionalidad proporcionada por el subsistema	412
Características técnicas	412
Factores a tener en cuenta para su implantación	414
Relación con el fabricante	415
¿Se mantiene la plataforma existente o se aprovecha la oportunidad del proyecto para cambiar de plataforma?	415
¿Qué arquitectura técnica es más conveniente?	417
Requisitos de procesamiento y almacenamiento de las diferentes metodologías	419
Metodologías de simulación	419
Metodologías analíticas	420
¿Qué controles operativos deben estar implícitos en la estructura de sistemas de gestión de riesgos?	420
Sistemas operativos	421
Sistemas de comunicaciones	421
Sistemas de gestión de bases de datos	422
Selección del entorno en el que se realizará el desarrollo del sistema de gestión de riesgos	424
RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE SISTEMAS	425

### **CAPÍTULO 13. Plan de formación en gestión de riesgo**

INTRODUCCIÓN	427
Objetivos generales	427
Factores de éxito	428
Estructura de los grupos formativos	429
OBJETIVOS ESPECÍFICOS Y CONTENIDOS PARA LOS GRUPOS FORMATIVOS	430
Alta dirección	430
Objetivos	430
Contenidos	431
Dirección técnica	431
Objetivos	431
Contenidos	432
Estructura operativa	432
Objetivos	432
Contenidos	433
Contenidos generales	433; Contenidos específicos para el área de análisis y control de riesgos 434;
Contenidos específicos para el área GAP y las áreas de negocio	434
DESARROLLO DEL PLAN DE FORMACIÓN	435
Tipos de acciones formativas	435
Cursos	435
Seminarios	435

Conferencias	435
Otras	436
Acciones formativas a medida o externas	436
Formadores internos o externos	436
La importancia de un enfoque práctico	436
Material de formación	437
RECOMENDACIONES DE LOS ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE FORMACIÓN	437
Bibliografía	439
Glosario	441

## Capítulo 1

# Alcance y valor de la gestión de riesgos

### ¿En qué consiste la gestión de riesgos?

En este primer capítulo se pretende plantear la filosofía de la gestión de riesgos, definir su alcance y explicar por qué puede añadir valor a la empresa. Vale la pena reflexionar acerca del marco en el que se mueve la gestión de riesgos, aun cuando pueda parecer un ejercicio teórico, porque la experiencia indica que es fácil cometer errores en el punto de partida que desvían luego todos los esfuerzos posteriores.

Puede considerarse que la misión de una empresa consiste en ofrecer a la sociedad un producto o servicio, para lo cual ha de utilizar una serie de recursos y asumir un conjunto de riesgos, gestionar estos eficazmente y obtener así un beneficio. Desde este punto de vista, la gestión de riesgos es parte fundamental de la estrategia y del proceso de toma de decisiones en la empresa y, por tanto, ha de contribuir a la creación de valor en todos los niveles, especialmente para el accionista, pero también para aquellos a los que se destinan los bienes o servicios (clientes), para otros tenedores de derechos sobre la compañía (prestamistas y otros acreedores, dirección y empleados en general, Estado, etc.), y para otras entidades que sirven a los grupos anteriores o a la sociedad en general contribuyendo a la eficiencia del sistema económico (analistas financieros, inversores potenciales, organismos reguladores y gubernamentales, agencias de calificación crediticia, etc.). Normalmente, a medio plazo, la creación de valor para estos grupos distintos de los accionistas actuales se traduce a su vez en valor para estos, haciendo crecer los beneficios y la cotización de las acciones.

Por todo ello, es esencial que la alta dirección lidere el proceso de gestión de riesgos, no sólo involucrándose totalmente en el proceso de implantación, sino exigiendo que todas las decisiones se tomen, se controlen y se evalúen a posteriori según criterios de rentabilidad-riesgo, comenzando por las de importancia estratégica.

Dentro de este marco, la gestión de riesgos consiste en:

- Fijación de criterios de aceptación de los riesgos que se desean gestionar dentro de la empresa, de acuerdo con su ámbito de actividad y con los objetivos de rentabilidad y solvencia propia (o calidad crediticia) perseguidos. El nivel de riesgo máximo aceptable debe relacionarse con el capital que se desea arriesgar globalmente y en cada uno de los negocios.
- Análisis y evaluación de los riesgos existentes en cada instante, a nivel global (para toda la entidad) y de manera desagregada por unidades de negocio.
- Toma de decisiones acerca de nuevas transacciones y cambios en el perfil de rentabilidad-riesgo global de la entidad, de acuerdo con las expectativas acerca del negocio y los mercados.
- Evaluación de los resultados obtenidos, explicando su origen y la conexión con los riesgos asumidos.

- Implantación de los medios necesarios para la realización de los pasos anteriores, incluyendo:
  - Esquema organizativo.
  - Políticas y procedimientos.
  - Metodologías y criterios de medición de riesgos.
  - Sistemas de información.
  - Controles.
  - Incentivos.
  - Formación del personal.
  - Accesos a mercados e instrumentos.
  - Comunicación de la información pertinente dentro y fuera de la compañía, a todos y cada uno de los grupos interesados en la empresa.

La amplitud de este enfoque hace patente que las inversiones relacionadas con la gestión de riesgos son esenciales para la correcta definición y puesta en práctica de la estrategia de la empresa y para el desarrollo del negocio diario. Asimismo, aunque se requiera la participación de casi todos los estamentos de la organización, es necesaria la creación de una función diferenciada de gestión de riesgos, que apoye a la alta dirección y a las unidades pertinentes en todas las actividades anteriores, buscando siempre:

- Asegurar una relación eficiente entre rentabilidad y riesgo.
- Garantizar que el nivel de riesgo asumido está acorde con el objetivo de solvencia (calidad crediticia deseada) y con los límites definidos por los órganos rectores de la empresa.

Las actividades de esta unidad de gestión de riesgos se especificarán con más detalle en el capítulo 2, dedicado a la estructura organizativa.

En algunas ocasiones las entidades cometen errores al plantear la gestión de riesgos. Los principales suelen ser de tres tipos:

1. Limitar la gestión de riesgos sólo a alguno de los aspectos que forman parte de ella, especialmente reduciéndola al control del riesgo, o al desarrollo de metodologías aplicables a productos más o menos novedosos (como los derivados financieros).
2. No clarificar la organización (porque no se tienen claras las funciones de la gestión de riesgos) permitiendo la aparición de múltiples unidades que pretenden realizar dicha gestión, centrándose cada una de ellas en alguno de sus aspectos (el control, su utilidad para la tesorería, la evaluación de los resultados, etc.) pero finalmente entrando en colisión unas con otras.
3. Aplicar los principios de gestión, control y evaluación de resultados de manera distinta en cada una de las áreas o negocios de la compañía, en ocasiones negando incluso la existencia de riesgo en algunas áreas.

A continuación se ilustrarán estos errores con algunas situaciones que se suelen dar en la realidad.

Como ejemplo del primer tipo de fallos, cabe resaltar que a menudo se entiende la gestión de riesgos simplemente como un control basado en algún método de medición. Incluso el control se ve sólo como necesario si es impuesto por organismos reguladores o si no es admisible confiar únicamente en la honradez de los propios empleados y supervisores. En este contexto se considera que el control implica un costo necesario, y se piensa que conviene

limitar las inversiones en la gestión de riesgos tanto como sea posible, porque no van a aportar beneficio alguno (salvo el de evitar alguna sorpresa desagradable).

Además, esta identificación con una actividad de pura inspección, hace que la gestión de riesgos pueda percibirse como algo que entorpece el desarrollo del negocio, hasta el punto de que, paradójicamente, es necesario abandonarla en situaciones de crisis, con el fin de centrarse en la generación de beneficios y en resolver los problemas. De esta forma se desaprovecha el potencial de la gestión de riesgos para ayudar a la correcta toma de decisiones y a la evaluación de los resultados, fijando los criterios de actuación y los sistemas de información necesarios para hacer negocio, especialmente en tiempo de crisis.

En otras ocasiones se piensa que la gestión de riesgos es un conjunto de metodologías estadísticas de especial utilidad para medir el riesgo de productos complicados, en especial los derivados financieros. Con esta perspectiva, se juzga innecesario implantar la gestión de riesgos mientras no se entre en nuevos negocios o productos. También en este enfoque se pierde la mayor parte de la riqueza de la gestión de riesgos, incluso, en este caso, en el ámbito del control. Con todo, incluso centrándose únicamente en el aspecto de desarrollo metodológico (por otra parte necesario), se olvida con facilidad que muchas áreas del negocio tradicional están expuestas a riesgos difíciles de medir (como el de cancelación de préstamos hipotecarios por parte de los clientes) y que su correcta medición llevaría a una política de precios y de cobertura más eficiente para la entidad.

El segundo tipo de errores en el enfoque de la gestión de riesgos es de carácter organizativo. Estos problemas pueden surgir por falta de claridad al definir la misión de la gestión de riesgos y las actividades que han de realizarse para cumplirla. También aparecen, sorprendentemente, cuando se pretende circunscribir la gestión de riesgos a un tema muy concreto, como el control: la realidad de la empresa acaba exigiendo actividades adicionales de verdadera gestión de riesgos y éstas comienzan a ser desarrolladas por las unidades de negocio, que constituyen grupos de apoyo específicos (es frecuente en el caso de la tesorería). Dada la utilidad que pueden percibir distintas unidades de la entidad, no es improbable que intenten desarrollar simultáneamente proyectos de gestión de riesgos, desde áreas tales como la dirección financiera, la tesorería, el control de gestión, la auditoría interna, etc. Evidentemente esto se traduce en duplicidades de esfuerzos e incrementos de costos, a la vez que normalmente nadie dispone de los medios suficientes para dar carácter global a su proyecto y llevarlo a buen término. Además surgen fricciones entre los diversos departamentos, que disputan por las competencias y luchan por hacer prevalecer sus metodologías y sistemas de información.

En otros casos la duplicidad surge por el afán de algunas grandes unidades de negocio de evitar la intromisión de un departamento centralizado, para lo cual la unidad tiende a desarrollar su propia gestión de riesgos. La oposición puede surgir ante el temor de que la mejora en el control por un departamento centralizado pueda acabar con ciertas lagunas que permitían a los gestores tomar decisiones sin limitaciones a priori. Con todo, en general los gestores de las unidades de negocio reconocen la necesidad de un control externo; de hecho, la principal oposición viene sobre todo por el temor a una evaluación de sus resultados de manera homogénea con otras unidades, la cual podría revelar, por ejemplo, el alto nivel de riesgo asumido.

Todo ello pone de manifiesto la necesidad de la intervención de la alta dirección desde el primer momento, para enfocar adecuadamente los esfuerzos, y delimitar responsabilidades, especialmente teniendo en cuenta que la nueva gestión de riesgos afecta a toda la entidad.

Dentro del tercer tipo de errores (falta de homogeneidad en la aplicación de los principios de gestión de riesgos) destacan los casos en que se niega la misma existencia del riesgo. Esta negación se da a veces de forma implícita. Por ejemplo, un banco puede oponerse a comenzar la actividad de negociación de opciones sobre tipos de interés porque lo considera altamente especulativo, mientras que, por otra parte, está otorgando a sus clientes la opción de cancelar

sus hipotecas con tipo de interés fijo, pagando una cierta comisión. Del mismo modo puede dedicarse un gran esfuerzo a medir la posición y el riesgo de un operador en el mercado de divisas para que su posición no pueda causar en ningún momento una pérdida de más de US\$ 100.000, y en cambio, por ejemplo, no se mide el riesgo cambiario por una inversión en acciones de una compañía extranjera, cuyo valor excede en US\$ 500 millones al de la financiación en dólares tomada para su adquisición<sup>1</sup>. En ambas situaciones se reconoce el riesgo en las actividades de negociación en tesorería, pero no en otras de carácter más estructural.

En otras ocasiones, al evaluar los resultados de los negocios, si los beneficios son altos, su rendimiento se considera satisfactorio, sin ningún análisis adicional; en cambio, si son bajos, se destaca que se han conseguido con bajo riesgo y que se prevé que serán estables. Realmente han de distinguirse los beneficios que se consiguen tomando riesgos altos de aquellos otros que son estables y de bajo riesgo, pero esta distinción ha de hacerse de una manera homogénea, sistemática y objetiva.

Los apartados de este capítulo pretenden ayudar a evitar los errores que se acaban de comentar. Así, en este primer apartado, se ha descrito el contenido de la gestión de riesgos, con un resumen de todas las funciones que abarca, para evitar que se circunscriba a una sola de ellas (control, desarrollo de metodología, etc.). Para profundizar en esta descripción se hace necesaria una clara definición del concepto de riesgo y del modo de medirlo; a ello se dedica el segundo apartado. El tercero delimita el alcance de la gestión de riesgos detallando los objetivos que han de alcanzarse al desarrollar cada una de sus funciones; para ello plantea 17 cuestiones concretas cuya resolución sistemática evitará la aplicación desigual de los principios de gestión de riesgos. Con estas bases podrá entenderse la estructura organizativa necesaria para la gestión de riesgos, la cual se describe en el capítulo 2.

En el penúltimo apartado de este capítulo, habiéndose determinado el alcance de la gestión de riesgos, se justifica su necesidad como actividad específica, separada de otros procesos de gestión, y se examina el valor que puede aportar a la entidad y a sus accionistas. En el último apartado se revisan las peculiaridades de la gestión de riesgos en el contexto latinoamericano.

## ¿Qué es el riesgo?

En este epígrafe se definirá el concepto de riesgo y la medida más habitual para su caracterización, el capital en riesgo, así como la medida de rentabilidad basada en el capital en riesgo, el RORAC (*return on risk adjusted capital* es decir, la rentabilidad del capital ajustado según el riesgo). Esto permitirá avanzar en la delimitación de las funciones de la gestión de riesgos y en el valor que aporta a la empresa.

## CONCEPTO DE RIESGO

Se entiende por riesgo la posibilidad de sufrir un daño. En este libro se tratará únicamente de riesgos económico-financieros, en los que el daño consiste en una pérdida de valor económico. Para caracterizar completamente el riesgo sería necesario considerar todos los posibles escenarios futuros, asignarles una probabilidad y determinar los resultados económicos derivados de

<sup>1</sup> No se está defendiendo la necesidad de eliminar completamente el riesgo de cambio derivado de las inversiones en el extranjero, pero sí se aboga por su medición y gestión.

los mismos; así podría conocerse cuál es la probabilidad de que las posibles pérdidas futuras estuvieran comprendidas entre, por ejemplo, 5 y 10 millones, o cualesquiera otros niveles.

La caracterización exhaustiva del riesgo se hace impracticable, ya que se deberían establecer todas las combinaciones posibles de las variables que influyen sobre el valor económico de la cartera o negocio (tipos de interés a diversos plazos, tipos de cambio, precios de acciones, márgenes crediticios sobre los tipos libres de riesgo, etc.); además, su utilidad para la toma de decisiones sería limitada sin una adecuada sistematización.

Uno de los problemas principales para la gestión adecuada de los riesgos es la medición de los mismos a través de indicadores que sinteticen adecuadamente el nivel de riesgo y sean sensibles a los factores del entorno que lo producen. Se han desarrollado dos grandes grupos de metodologías:

- análisis de escenarios
- técnicas de probabilidad

El análisis de escenarios consiste en seleccionar unas pocas situaciones consideradas desfavorables y estimar las pérdidas asociadas, en general sin tener en cuenta las probabilidades de ocurrencia. Este planteamiento fue el primero que se desarrolló y todavía resulta útil e incluso insustituible para contemplar situaciones de crisis muy improbables pero no imposibles; sin embargo, es sólo una medida complementaria a otras caracterizaciones del riesgo, ya que presenta serias deficiencias:

- Los escenarios se eligen de manera subjetiva, sin garantizar que cuando un analista define un caso desfavorable lo hace con los mismos criterios que otro, lo cual impide alcanzar la homogeneidad necesaria para comparar los niveles de riesgo en distintos instantes, y entre diferentes actividades y negocios.
- No se llegaría a conocer la probabilidad de sufrir un cierto nivel de pérdidas, incluso si se determinara la probabilidad de cada uno de los escenarios analizados, ya que para ello sería necesario contemplar la totalidad de los escenarios que ocasionarían pérdidas similares.

Las metodologías de reciente difusión, basadas en técnicas de probabilidad, han permitido salvar estos problemas, ayudando a construir tablas en las que se recoge el importe de cada una de las pérdidas posibles junto con la probabilidad de que se alcance dicho nivel (técnicamente, mediante una distribución de probabilidad de pérdidas). Estas metodologías permiten evaluar riesgos de forma homogénea a través de una medida común: así, la técnica del valor en riesgo escoge una de las posibles pérdidas de la tabla, aquella que sólo tiene una probabilidad del 1% (por ejemplo) de ser superada.

El concepto de valor en riesgo es especialmente importante, no sólo por su creciente difusión, sino porque extendiéndolo adecuadamente conduce al conocimiento del capital del que es necesario disponer para llevar a cabo un negocio, el denominado capital en riesgo. En el siguiente apartado de este epígrafe se volverá sobre este concepto.

La discusión de los párrafos precedentes revela un avance fundamental en la medición del riesgo: la inclusión de la probabilidad. Para continuar profundizando en la definición de riesgo conviene ahora examinar el concepto de daño, fijando dos principios:

1. El daño ha de medirse sobre el valor actual de los negocios, carteras o posiciones.
2. El daño se refiere a pérdidas inesperadas, no a costos esperados.

El valor actual de la cartera o negocio recoge la verdadera riqueza de la empresa, y refleja tanto el importe que se cobraría o pagaría al deshacer cada operación, como lo que costaría reponerla si quedara invalidada (salvo ajustes por costos de transacción). En esencia, el valor actual es la inversión que habría que realizar hoy, en las condiciones vigentes en los mercados, para reproducir todos los ingresos y pagos esperados en el futuro, con el mismo nivel de riesgo. En la medida que cambian las condiciones de mercado, las expectativas de ingresos y pagos futuros, o el nivel de riesgo, el valor actual se altera. Cualquier otra medida del valor económico no refleja toda la realidad y usarla como base para estimar los daños lleva a una incorrecta medición del riesgo.

A modo de ejemplo (con importantes simplificaciones), supóngase que un banco centra la medición del valor en su cuenta de resultados del año y, consecuentemente, mide el riesgo de cada operación como la máxima disminución (con una confianza del 99%) que puede causar en dicha cuenta de resultados. Al principio del año, los tipos a todos los plazos son del 12% y el banco concede un préstamo a 3 años a tipo fijo. Para estimar el riesgo, el banco considera que el escenario de una subida de todos los tipos hasta el 14% otorga una seguridad del 99% de que no habrá tipos superiores. El riesgo, medido por la diferencia entre la cuenta de resultados esperada y la del escenario desfavorable, sería del 2%. Sin embargo, si los tipos a todos los plazos subieran al 14%, cabría esperar que estas pérdidas se prolongaran a lo largo de los años 2 y 3. En valor actual, ello supondría una pérdida netamente superior, por importe igual a la provisión que habría que dotar hoy para cubrir las pérdidas del 2% durante los tres próximos años.

Por otra parte, es relevante precisar el concepto de daño distinguiéndolo del de costo. Para lograr los ingresos que se persiguen en todo negocio, es necesario incurrir en una serie de costos que reducen el beneficio final. Estos costos, que entran en las previsiones o presupuestos acompañando a los ingresos esperados, no se consideran parte del riesgo. Este se refiere sólo a desviaciones respecto de los beneficios esperados: una empresa puede considerar que ha sufrido un daño cuando ha experimentado una caída de sus beneficios en comparación con los inicialmente previstos, pero no debe considerar como daño los previsibles costos de producción.

A título de ejemplo, cabe considerar un caso de singular importancia en las entidades financieras: las pérdidas por la morosidad esperada. Estas deben tratarse como un costo esperado, a repercutir completamente en el precio de los préstamos (si se esperara con absoluta certeza una tasa de morosidad del 2%, el tipo de los préstamos debería superar en 2 puntos al tipo libre de riesgo, más lo necesario para cubrir otros costos operativos). El riesgo de crédito existe por la posibilidad de que la morosidad sea mayor que la esperada; esto también habrá de tenerse en cuenta al fijar el tipo de interés de los préstamos, pero de distinta manera a las pérdidas esperadas. Aunque la tasa de morosidad pueda llegar al 7% en una situación de crisis imprevista, no se eleva el costo de los préstamos en 7 puntos, sino en 2 (morosidad esperada) más una cierta cantidad, o prima de riesgo, que se determinará en el contexto de la gestión de riesgos. En resumen, el concepto de riesgo se aplica a las desviaciones inesperadas, medidas respecto de los beneficios esperados (ingresos menos costos esperados).

Por último, para clasificar los tipos de riesgo suele atenderse a la naturaleza del causante de la pérdida, calificando el riesgo como:

- De *mercado*, si se debe a variaciones de los precios/tipos negociados en los mercados financieros. A su vez, este riesgo se subdivide en riesgo de interés, de tipo de cambio, de renta variable, de mercancías (*commodities*), de volatilidad, de correlación, etc.
- De *crédito*, si se debe al incumplimiento de contratos por insolvencia.

- De *liquidez*, si se debe a dificultades para financiar con un costo “normal” los negocios y su crecimiento.
- De *negocio*, si se debe a caídas en el volumen del negocio o de sus márgenes.
- *Operativo*, si se debe a errores humanos o de los medios de producción o gestión.
- *Legal*, si se debe a la incapacidad legal para ejercer los derechos que se consideraban como propios, o si se deriva del propio incumplimiento de la ley.

La clasificación puede extenderse tanto como las posibles causas de daño. Se han recogido sólo las más importantes. Los cuatro primeros riesgos son más fáciles de cuantificar y se pueden gestionar activamente, los dos últimos son más difíciles de cuantificar, pero se minimizan y se controlan mediante políticas y procedimientos.

De acuerdo con lo anterior, se define como factor de riesgo cada una de las variables del negocio o del entorno (tipos de interés a determinados plazos, tipos de cambio, índices bursátiles, precios de acciones individuales o mercancías, calificaciones crediticias de empresas, etc.) cuya variación se toma como base para explicar los posibles resultados económicos. La valoración a precios de mercado de las carteras de operaciones se realiza en función de los valores que toman en cada momento dichos factores, pudiendo entonces calcular la sensibilidad del valor de la cartera frente a variaciones en los mismos.

## CAPITAL EN RIESGO Y RORAC

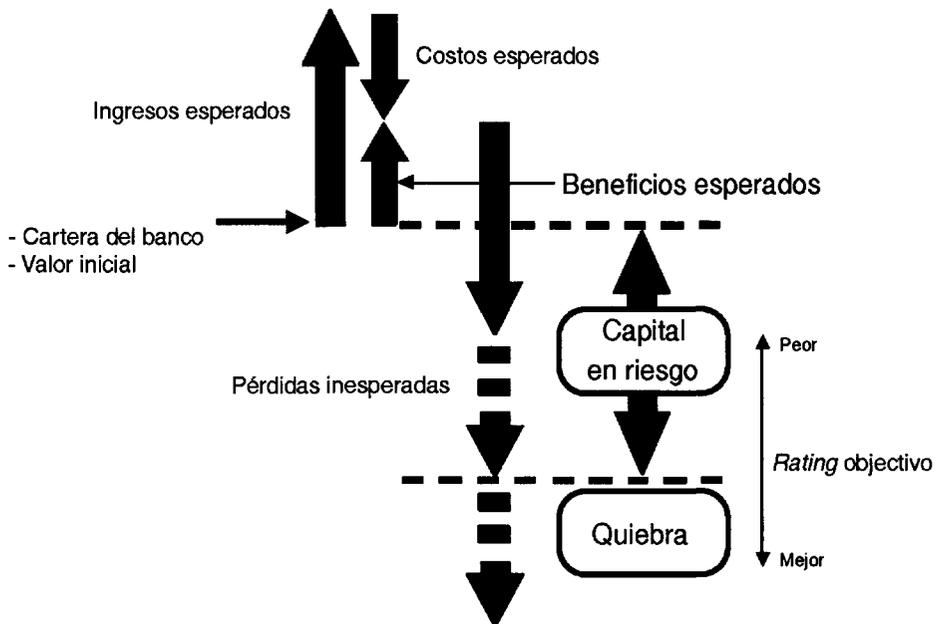
El capital en riesgo es el nivel de la pérdida de valor del negocio (o cartera de instrumentos) que sólo se vería superada en el 1% (por ejemplo) de los casos en un plazo determinado (por ejemplo un año).

El concepto de capital en riesgo está en clara conexión con el papel del capital como regulador o amortiguador de riesgo (como “colchón”): por un lado, en una sociedad de responsabilidad limitada, el capital es la pérdida máxima que puede experimentar el accionista; por otro, desde la perspectiva del acreedor, el capital es la máxima pérdida que puede sufrir la empresa antes de que los derechos de los prestamistas se vean afectados. Por ello, el cálculo del capital en riesgo requiere decidir primeramente qué nivel de solvencia o calidad crediticia (*rating*) desea tener la compañía. Esta calidad crediticia determinará el grado de seguridad con el que se debe evitar una quiebra; por ejemplo, una compañía con calificación crediticia doble A ofrece una seguridad de un 99,98% de que no quebrará a lo largo del próximo año. El capital en riesgo se define entonces como el nivel de pérdida que no será alcanzado salvo en el 0,02% de los años (para el caso de una empresa doble A).

Si se desea obtener la calificación crediticia doble A para un nuevo negocio, la proporción de la inversión que debe ser financiada con deuda puede determinarse considerando inicialmente que se financia, por ejemplo, un 50% con deuda, y simulando en escenarios futuros la situación de la empresa. Si la simulación muestra que la empresa quiebra en más del 0,02% de las ocasiones en el primer año, será necesario disminuir la proporción de financiación con deuda e incrementar la aportación inicial de recursos propios de los accionistas. El importe de los recursos propios necesarios para evitar la quiebra con la seguridad deseada es exactamente el capital en riesgo. Obsérvese que el capital en riesgo no debe confundirse con la inversión inicialmente necesaria, cuya financiación suele realizarse en parte con Deuda y en parte con capital (recursos propios). Sin embargo, el cálculo del capital en riesgo sí debería determinar qué parte de los fondos necesarios debe aportarse en forma de recursos propios, esto es, cuál debe ser el capital social inicial.

Una vez en funcionamiento el negocio, el capital disponible para hacer frente a una quiebra es el propio valor del negocio: sólo cuando el valor de mercado del negocio sea nulo

Figura 1-1. Cálculo del capital en riesgo



comenzarán a sufrir pérdidas los prestamistas. Esto puede apreciarse más claramente cuando la empresa se divide en unidades de negocio: el capital de que dispone la empresa para hacer frente a una gran pérdida inesperada en una de las unidades es el valor al cual puede vender las restantes. El valor de mercado del negocio recoge el valor actual de todos los flujos esperados en el futuro por los accionistas; éste valor no suele coincidir con la suma de los beneficios retenidos y las sucesivas aportaciones de capital realizadas por los accionistas (valor de los recursos propios igual al capital social más reservas), por cuanto el valor actual se obtiene a través de expectativas y el valor teórico contable resulta de la historia. Si el capital disponible es superior al capital en riesgo (capital necesario) la solvencia de la empresa es superior a la fijada como objetivo; si esto no es reconocido por los prestamistas (en forma de menores márgenes en los préstamos) ha de considerarse la posibilidad de reducir el capital, por ejemplo mediante la recompra de acciones, o mediante un dividendo extraordinario. Por el contrario, si el capital disponible es inferior al capital en riesgo, la solvencia de la empresa es menor que la deseada, y para alcanzar el objetivo ha de aumentar su capital.

Cabe precisar, por último la diferencia entre valor en riesgo y capital en riesgo. El valor en riesgo corresponde al mismo concepto que el capital en riesgo (pérdida que sólo se verá superada en un cierto porcentaje de los casos), pero su cálculo se efectúa con otros valores numéricos: el valor en riesgo suele calcularse con horizontes de tiempo cortos (frecuentemente midiendo las pérdidas posibles en 1 día), con grados de seguridad relativamente bajos (entre 95 y 99%), y omitiendo la rentabilidad esperada y los costos de financiación. Este marco ha de ser modificado para determinar el capital en riesgo (Figura 1-1), que ha de permitir sobrevivir a la entidad durante largos periodos de tiempo, con una altísima probabilidad de evitar la quiebra, y teniendo en cuenta la totalidad de los ingresos y costos asociados al negocio<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Pese a la utilidad e importancia del concepto de capital en riesgo no debe pensarse que con él se agotan las posibilidades de medición del riesgo. De hecho, el capital en riesgo se fija únicamente en un elemento concreto de la tabla de probabilidad de pérdidas; por ello, es posible que dos negocios tengan el mismo capital en riesgo y sin embargo su perfil de rentabilidad/riesgo sea distinto. Esto sucede por ejemplo con las carteras de opciones que se negocian en las tesorerías.

Dado que el capital en riesgo indica el capital que es necesario mantener dentro de la empresa, es relevante relacionarlo con los beneficios que consiguen los accionistas a cambio de arriesgar esa cantidad de capital. Esto da lugar al concepto de rentabilidad sobre el capital en riesgo o RORAC, que se calcula dividiendo los beneficios para los accionistas, después de impuestos, por el capital en riesgo.

De cara a la toma de decisiones sobre posiciones financieras, concesión de préstamos, desarrollo de negocios, etc. ha de calcularse el RORAC esperado, utilizando para ello los beneficios que se esperan obtener y el capital en riesgo que resulta de tales actividades. Para la evaluación de los resultados se calculará el RORAC histórico, basado en los beneficios realmente obtenidos durante el periodo de evaluación, y el capital que ha sido necesario mantener durante el mismo para soportar los riesgos (esto es, el capital en riesgo promedio). Tanto para el proceso de toma de decisiones como para el de evaluación es necesario disponer de una referencia sobre el nivel de RORAC que se pretende alcanzar, o RORAC objetivo, que permitirá discriminar los resultados y las operaciones aceptables de las inaceptables.

En este libro se expondrán en profundidad el significado y las implicaciones del capital en riesgo y el RORAC para gestionar y controlar los riesgos financieros.

## Alcance de la gestión de riesgos

En este apartado se delimitará el alcance de la gestión de riesgos, mediante 17 cuestiones, que las entidades deben plantearse en el proceso de gestión de riesgos. Dichas cuestiones se refieren a:

- Fijación de criterios de aceptación de riesgos.
- Análisis y evaluación de los riesgos existentes.
- Toma de decisiones acerca de la posición.
- Evaluación de resultados.
- Implantación.
- Comunicación.

Cada una de las preguntas que se formulan se acompaña de una explicación en la que se fijan los principios básicos que han de seguirse para lograr una respuesta correcta.

A lo largo del libro se detallará la manera de abordar estas cuestiones, de manera exhaustiva en lo referente a riesgo de mercado y parcialmente en el caso de otros tipos de riesgo (crédito, operativo y legal).

## FIJACIÓN DE CRITERIOS DE ACEPTACIÓN DE RIESGOS

### 1. ¿Qué riesgos se desean asumir y gestionar? ¿De qué tipo? ¿En qué cuantía?

La entidad ha de especificar en qué negocios, mercados, productos y con qué contrapartidas puede y desea operar. La entidad ha de fijar el nivel de riesgo máximo aceptable, relacionándolo con el capital que se desea arriesgar globalmente y en cada uno de los negocios. Asimismo el nivel de riesgo ha de relacionarse con el capital disponible, para asegurar la solvencia (calidad crediticia) apropiada para el negocio emprendido.

### 2. ¿Qué expectativas de beneficio justifican la aceptación de un cierto riesgo de pérdidas?

La entidad ha de establecer una medida que compare los beneficios logrados con los riesgos asumidos, y que sea aplicable homogéneamente a los distintos perfiles de rentabilidad-riesgo

que presentan los diversos negocios. En este contexto, debe fijarse un objetivo de rentabilidad sobre el capital arriesgado. Ha de definirse el horizonte temporal en el que deben alcanzarse los objetivos, en consonancia con el ritmo del negocio (tiempos necesarios para generar y medir los resultados, para detectar desviaciones, para analizar sus causas, para decidir e implantar medidas correctoras, para evaluar a los gestores, etc.). Antes de adoptar una posición han de evaluarse sus resultados esperados y los riesgos que se asumirían, comparándolos con los objetivos de rentabilidad-riesgo predefinidos.

### 3. ¿Qué referencias (*benchmarks*) han de adoptarse?

Debe quedar claramente establecido qué se considera como posición neutral frente al riesgo (que no tiene por qué consistir en una posición cuyo valor sea completamente inmune frente a cambios en el entorno), y qué resultados cabe esperar adoptando tal posición. Las desviaciones respecto de la misma deben examinarse en base a los incrementos de beneficios y riesgos asociados. Asimismo ha de fijarse el horizonte temporal relevante para la toma de decisiones, evaluación de resultados y medición de riesgos.

### 4. ¿Cómo deben traducirse los objetivos globales en objetivos por unidad de negocio?

Deben establecerse requisitos de rentabilidad y límites de riesgo por unidad de negocio coherentes con los objetivos y limitaciones para el conjunto de la entidad. En este proceso es crítico considerar los efectos de la diversificación del riesgo, que permiten que el riesgo total sea inferior a la suma de los riesgos de las unidades de negocio por separado (no suelen coincidir las situaciones de pérdidas elevadas en todos los negocios).

## ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RIESGOS EXISTENTES

### 5. ¿Cuál es la posición actual?

Ha de describirse la posición de modo resumido y adecuado para la toma de decisiones. Esta descripción debe recoger los factores que influyen sobre las pérdidas y ganancias (P&G) posibles y cuantificar su grado de influencia, de manera que se pueda calcular con suma facilidad el impacto de una variación en dichos factores (por ejemplo, una subida de un cierto tipo de interés). Como parte de la descripción, también debe recogerse el valor del negocio y de las posiciones en mercados financieros.

Adicionalmente, es necesario disponer de la información detallada de cada una de las operaciones realizadas, para poder cumplir con las obligaciones y ejercer los derechos inherentes a las mismas (cobros/pagos), además de extraer los resúmenes básicos para la toma de decisiones.

### 6. ¿Cuál es el perfil de rentabilidad-riesgo?

Para caracterizar este perfil se ha de conocer:

- La sensibilidad del valor del negocio y de la posición en mercados financieros frente a los precios/tipos de mercado y factores de riesgo en general.
- El beneficio que se espera obtener.
- La probabilidad de sufrir pérdidas de una cierta magnitud predeterminada.
- Las P&G en escenarios de crisis en los mercados o en el negocio de la compañía.

Ha de determinarse el capital que se necesita para mantener la actividad durante un cierto tiempo con el nivel de *rating* crediticio deseado, así como la rentabilidad que se espera obtener sobre el mismo.

### 7. ¿Qué tipo de dependencia existe entre el nivel de cada una de las posiciones y el perfil de rentabilidad-riesgo?

Se ha de medir el impacto sobre el perfil de P&G de cambios marginales en las posiciones, distinguiendo aquellas que contribuyen a incrementar el nivel de riesgo global de las que lo reducen. Esto servirá de base para encontrar alternativas para reducir el riesgo a niveles predeterminados (actuación indispensable cuando se sobrepasa el límite de riesgo establecido).

Se habrán de prever actuaciones para minimizar el riesgo en situaciones en que no se puede actuar sobre todos y cada uno de los factores de riesgo, por ejemplo, en casos de crisis, falta de liquidez, cierre horario de algunos mercados, etc.

### 8. ¿Cuál es la visión del mercado y del negocio implícita en la posición adoptada?

A partir de la posición adoptada en la realidad, han de deducirse cuáles serían las expectativas acerca de los factores de riesgo que harían que dicha posición fuera eficiente (mínimo riesgo de pérdidas para un nivel de rentabilidad esperado). La comparación de las expectativas implícitas en las posiciones adoptadas con las opiniones propias pondrá de manifiesto posibles incoherencias en dichas posiciones.

## TOMA DE DECISIONES ACERCA DE LA POSICIÓN

### 9. ¿Qué opiniones se tienen acerca de la evolución de los negocios de la compañía y de los mercados financieros?

La previsión de los posibles movimientos futuros en el entorno/mercado es necesaria si se contempla la posibilidad de adoptar una posición que se aleje de la que se ha definido como posición neutral frente al riesgo. Estas previsiones han de hacerse explícitas, para ello se deben especificar:

- Los valores esperados para cada uno de los factores (precios, tipos, calidades crediticias, etc.) que determinan las P&G.
- La probabilidad de cada uno de los movimientos posibles.
- La correlación (grado en que se mueven conjuntamente) entre los movimientos de los factores.

Sólo cuando hay diferencias entre las propias expectativas y los movimientos que descuentan los mercados puede justificarse la toma de posiciones en base a beneficios esperados extraordinarios en comparación con el riesgo de pérdidas. No obstante, el riesgo de pérdidas sigue existiendo.

Debe clarificarse qué motivos justifican la discrepancia entre las propias expectativas y las del conjunto de los agentes participantes en los mercados. En ocasiones ésta puede deberse a superior información o capacidad de análisis por parte de la empresa, pero también es posible una situación de inferioridad por dificultad para acceder rápidamente a información en poder de otros agentes, o para interpretar correctamente los datos. Esta última situación es especialmente importante en el caso de mercados estrechos, con fuertes peculiaridades y especificidades locales, legales, regulatorias, etc.

Para determinar la cuantía de las posiciones, ha de tenerse en cuenta el grado de seguridad acerca de las propias expectativas, actuando siempre dentro de los límites y objetivos marcados al fijar los criterios de aceptación de riesgos. Así, el tamaño de las posiciones especulativas en relación a la base de capital disponible deberá ser significativamente menor en un banco comercial (al que el público ha confiado un gran volumen de depósitos) que en un

banco de inversiones, incluso si ambos identifican las mismas oportunidades en los mercados financieros con igual grado de confianza en lo acertado de sus expectativas.

#### **10. ¿Qué posibles oportunidades de negocio o nuevas transacciones han de ser aceptadas?**

Antes de realizar una nueva transacción ha de examinarse cómo modificaría el perfil global de rentabilidad-riesgo. Esto resulta impracticable cuando se realizan numerosas transacciones de tamaño relativamente pequeño, por lo que es necesario establecer procedimientos y sistemas para realizar el análisis en ámbitos más reducidos. En cualquier caso, debe decidirse cuáles de los riesgos que introduciría una nueva operación no desean asumirse y han de ser cubiertos, así como fijar el precio que compense por los riesgos que se mantendrán y gestionarán dentro de la entidad.

#### **11. ¿Cómo construir la cartera más acorde con la propia visión y los objetivos de rentabilidad-riesgo marcados?**

La construcción de la cartera puede descomponerse en dos etapas. En la primera se eligen los sectores en los que se desea tomar riesgo de crédito y los mercados en los que se esperan rendimientos elevados y se determina la cuantía del capital a arriesgar en ellos. En la segunda etapa, deben elegirse las compañías y transacciones concretas que mejor reflejen visiones particulares acerca de variaciones de los factores de riesgo (tipos, precios, solvencia crediticia, etc.)

### **EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

#### **12. ¿Cuáles han sido los resultados de las decisiones adoptadas?**

Se ha de ser capaz de explicar los resultados obtenidos en base a las posiciones adoptadas y a los movimientos ocurridos en los mercados, o al comportamiento de los clientes.

Se han de desglosar las P&G y la rentabilidad sobre capital por unidades de negocio, con medidas homogéneas que permitan la comparación. El capital en riesgo ofrece la necesaria homogeneidad como base de comparación, y resulta fácil de repartir objetivamente entre las unidades de negocio, de acuerdo con su nivel de riesgo y su contribución a la diversificación global. Asimismo, el capital en riesgo es útil para tomar decisiones acerca de las posiciones a adoptar y operaciones a aceptar (ver preguntas 10 y 11).

#### **13. ¿Cómo son los resultados en comparación con los objetivos marcados?**

Se deben explicar las desviaciones, relacionándolas cuantitativamente con las posiciones y los factores de riesgo. La comparación con los objetivos debe realizarse no sólo al final del horizonte temporal al que se referían, sino en etapas intermedias, para permitir la puesta en marcha de acciones correctoras, y para analizar la posibilidad de que se alcancen los objetivos en los plazos inicialmente previstos o con ciertas modificaciones.

#### **14. ¿Qué información relevante contienen los resultados de cara a una futura asignación de capital entre negocios?**

Antes de reorientar los esfuerzos de la entidad hacia determinados segmentos de negocio, con resultados pasados considerados superiores, ha de comprobarse que estos son sostenibles a medio o largo plazo. Igualmente, es necesario examinar el efecto de la diversificación sobre las P&G totales y la rentabilidad sobre el capital: concentrar toda la actividad en un único segmento, aunque sea el más rentable, entraña un alto riesgo.

## IMPLANTACIÓN

### 15. ¿Qué es necesario para implantar la gestión de riesgos?

Para obtener la respuesta a las cuestiones anteriores y actuar en consecuencia ha de realizarse una serie de actividades, tales como:

- Suministro de datos de partida (operaciones, posiciones, tipos y precios de mercado, etc.).
- Definición de las metodologías.
- Aplicación de las metodologías para la obtención de la información deseada.
- Difusión de la información.
- Toma de decisiones.
- Ejecución de las decisiones.
- Evaluación de los resultados de las decisiones.

Acerca de la realización de las actividades ha de decidirse:

- ¿Quién debe realizarlas? ⇒ Estructura organizativa y equipo humano cualificado.
- ¿Cómo y cuándo deben realizarse? ⇒ Políticas, procedimientos y metodologías.
- ¿Con qué medios deben realizarse? ⇒ Sistemas de información y acceso a mercados e instrumentos.
- ¿Cómo se garantiza la corrección del proceso? ⇒ Controles, incentivos y formación.

Todo ello implica tanto una inversión económica inicial, para dotar a la entidad de los medios humanos y materiales adecuados, como costos permanentes de funcionamiento. Es indispensable un análisis costo/beneficio para decidir el grado de detalle a que se llega en la implantación de la gestión de riesgos.

## COMUNICACIÓN

### 16. ¿Qué esfuerzo de comunicación interna, dirigida a directivos y empleados en general, debe realizarse?

Considerando que los flujos de información necesarios para la actividad laboral, quedan completamente definidos en el proceso de implantación (a través del sistema de información de gestión, SIG), la comunicación a los miembros de la empresa debe centrarse en la creación de una cultura corporativa de gestión de riesgos, de manera que los análisis y la toma de decisiones por los empleados estén de acuerdo con la filosofía de gestión de riesgos. Sin este cambio de mentalidad los controles e incentivos materiales pierden gran parte de su efectividad. La alta dirección debe liderar el proceso de cambio de cultura corporativa.

Asimismo es necesario formar a los empleados para que conociendo todos sus elementos (estructura organizativa, políticas y procedimientos, metodologías, sistemas de información, mercados e instrumentos, controles, incentivos, etc.), puedan poner en práctica la gestión de riesgos.

### 17. ¿Qué tipo de información debe transmitirse externamente?

La finalidad principal de la comunicación externa es poner de manifiesto el valor que aporta la gestión de riesgos, para cada uno de los agentes económicos, de modo que ello se traduzca rápidamente en:

- Mayor valor de la acción.
- Marco regulatorio acorde con las necesidades de una gestión eficiente.
- Reconocimiento de la calidad crediticia.

La información transmitida debe facilitar a cada uno de los agentes económicos la realización de sus tareas específicas, ayudando a la gestión de sus carteras por parte de los inversores, la valoración de la compañía y sus perspectivas por parte de los analistas, la determinación de la calidad crediticia por parte de las agencias de *rating* (calificación crediticia), y el establecimiento de un marco legal que favorezca el desarrollo económico eliminando las posibilidades de fraude y fomentando la transparencia por parte de los reguladores.

Un ejemplo de cómo el desarrollo de la gestión de riesgos contribuye a la mejora del marco regulatorio lo constituye la directiva (*Capital Adequacy Directive*) del Comité de Basilea, que propone el valor en riesgo como base para establecer requisitos de capitalización para las entidades bancarias, para soportar el riesgo generado por sus actividades de toma de posiciones en mercados financieros. En la medida que las entidades alcanzan un elevado grado de objetividad en la medición y cuantificación de los riesgos, los organismos reguladores pueden utilizar las magnitudes utilizadas en la gestión (por ejemplo, el valor en riesgo) como variables críticas a controlar, evitando tener que desarrollar otras sustitutivas, que suponen una carga administrativa adicional para las entidades y que pueden suponer un corsé rígido que no se ajusta a la realidad de la gestión. Así, en ciertos esquemas regulatorios, cuando una cartera de acciones que replica un índice bursátil se cubre mediante la venta de futuros sobre dicho índice no se reducen los requisitos de capital, por tratarse las posiciones en acciones separadamente de las posiciones en derivados financieros; esto conduce a una sobrecapitalización de la entidad por no reconocer la reducción del riesgo por la venta de futuros, que sí quedaría reflejada en el valor en riesgo.

## El valor de la gestión de riesgos

En esta sección se abordará la aportación de la gestión de riesgos a la creación de valor dentro de la empresa. En el primer apartado se discutirá por qué es necesario implantar el enfoque descrito anteriormente, y cómo ayuda a mejorar la gestión de la empresa. En un segundo apartado se tratará con mayor detalle la creación de valor mediante la gestión de los riesgos financieros, lo que ha sido y continúa siendo objeto de un intenso debate. Este se ha originado en medios académicos, pero es de gran interés práctico, no sólo porque podría llevar a considerar inútiles algunas de las funciones de la gestión de riesgos dentro del ámbito financiero, sino porque arroja luz sobre lo que debe considerarse como posición neutral frente al riesgo (véase la tercera cuestión de las planteadas en el epígrafe anterior).

## VALOR DEL ENFOQUE GLOBAL

La gestión de riesgos, tal y como ha sido definida anteriormente, es evidentemente necesaria para el éxito de cualquier empresa, ya que consiste esencialmente en tomar decisiones en base a las expectativas de beneficios futuros, ponderando las posibilidades de pérdidas inesperadas, controlar la puesta en práctica de las decisiones, y evaluar los resultados de las mismas de manera homogénea y ajustada según el riesgo asumido. Sin embargo, dada la amplitud de esta definición es lógico preguntarse: ¿no se realiza de hecho la gestión de riesgos en cualquier empresa? ¿Es necesaria una dedicación adicional de recursos humanos y materiales y de tiempo de la alta dirección?

Efectivamente, en cualquier empresa bien dirigida se gestionan los riesgos:

- El consejo y la alta dirección deciden en qué negocios se desea estar y con qué estrategia.
- En los procesos presupuestarios se estiman los beneficios previstos en cada negocio, con la intervención de sus directivos y del departamento de contabilidad o control de gestión.
- Los directivos de las unidades de negocio toman sus decisiones teniendo en cuenta las posibilidades de éxito y los costos de un fracaso, al menos de manera subjetiva.
- Los resultados de estas decisiones son medidos a posteriori por el departamento de contabilidad, que además suele compararlos con los presupuestados y desglosar las diferencias; frecuentemente este departamento calcula la rentabilidad sobre el capital contable (ROE, de *return on equity*) e incluso, para llegar a una rentabilidad por unidad de negocio, reparte el capital contable entre las mismas, con criterios relacionados con la inversión efectuada o con requerimientos legales (especialmente en el caso de los bancos).
- Por otra parte, los auditores internos y externos verifican al menos el valor de las operaciones realizadas por las unidades de negocio y sus cuentas de resultados, y controlan así el comportamiento de los gestores.

Por tanto, ¿qué aporta el nuevo enfoque de gestión de riesgos en comparación con el esquema anterior? Fundamentalmente sistematización, objetividad y homogeneidad. El nuevo enfoque no pretende derribar el esquema anterior sino perfeccionarlo.

- La correcta *sistematización* implica rigor en la toma de riesgos, en su control y en la evaluación de los resultados, sin pérdida de flexibilidad para aprovechar las oportunidades de negocio. El primer factor que contribuye a la sistematización es el establecimiento del sistema de información para la gestión (SIG), que debe recoger, con periodicidad preestablecida, las respuestas a todas y cada una de las cuestiones que surgen en el proceso de toma de decisiones, control y evaluación de la rentabilidad-riesgo, anteriormente planteadas. La sistematización es también una consecuencia directa de la definición explícita de políticas y procedimientos y, en general, de todos los elementos del proceso de implantación de la gestión de riesgos.
- La *objetividad* se logra al reducir la arbitrariedad en la estimación de los riesgos, como consecuencia de las nuevas metodologías de medición. Esta mayor objetividad no reduce la importancia de las expectativas de los directivos y expertos, sino que enfoca la actividad de previsión, fundamentalmente centrándola en la estimación de los beneficios esperados como consecuencia de la variación de los diferentes factores de riesgo.

Con todo, el conocimiento de los expertos ha de ser aprovechado también en la medición del riesgo, tanto en la selección de las metodologías y en la definición de sus parámetros de entrada como en la identificación de riesgos puntuales no recogidos adecuadamente por los sistemas. La medición de riesgos permite establecer límites a los mismos, que evitan que un gestor pueda causar pérdidas excesivas a la entidad.

- La *homogeneidad* es deseable tanto a la hora de evaluar gestores y negocios, como en la toma de decisiones de negocio. Sólo una comparación uniforme de la rentabilidad obtenida, comparada con el riesgo asumido (cuantificado a través de medidas homogéneas), permitirá identificar qué personas y negocios han contribuido a la creación de riqueza, retribuirlos adecuadamente y reorientar positivamente las actividades futuras. Por otra parte, dos directivos con las mismas expectativas de beneficios acerca

de una posible operación y con igual estimación de los riesgos inherentes deberían tomar la misma decisión acerca de su aceptación o rechazo; sólo así se orientan adecuadamente los esfuerzos hacia la consecución de los objetivos de la empresa.

Las ventajas anteriores se potencian en la medida en que todas y cada una de las decisiones se toman dentro del marco de la gestión de riesgos, y se controlan y evalúan frecuentemente. En el ámbito de los mercados financieros, las operaciones pueden realizarse con gran rapidez y enorme volumen, de modo que el perfil de rentabilidad-riesgo está sujeto a grandes cambios. Por ello, los sistemas de información y gestión han de tener una velocidad de respuesta muy superior a la de los procesos presupuestarios y de elaboración de los estados contables. El nuevo enfoque de gestión de riesgos presta especial atención a la rápida disponibilidad de información para la gestión. Las pérdidas elevadas que pueden derivarse de un esquema de gestión desacorde con el ritmo del negocio justifican con creces las inversiones materiales y humanas necesarias para acompañar ambos.

## VALOR DE LA GESTIÓN FINANCIERA

Una vez aceptada la conveniencia de la gestión de riesgos, el debate se traslada a si la empresa debe gestionar activamente todos los riesgos o sólo los específicos de sus negocios. En concreto, se ha cuestionado el valor añadido para los accionistas de la gestión activa de los riesgos financieros por parte de la empresa, con el argumento de que los inversores pueden adoptar en los mercados financieros las posiciones acordes con su visión, gozando de las ventajas de la diversificación. Por ejemplo, si los beneficios de la empresa, y por tanto su valor, pudieran verse afectados negativamente por una depreciación del dólar respecto a la moneda local (que dificultaría la exportación a los Estados Unidos) los accionistas podrían protegerse invirtiendo en dólares (o mediante una compra a plazo). En esta situación, la opinión de que la gestión de riesgos financieros dentro de la empresa no crea valor para el accionista implica que un inversor no pagaría más por las acciones de la compañía por el hecho de que su política fuera proteger sus beneficios futuros asegurando el tipo de cambio, porque esta protección la podría conseguir el inversor por sí mismo.

Esta corriente de opinión sostiene que, dado que los inversores eficientes manejan una cartera de acciones, no necesitarían gestionar por separado las posiciones de cada una de las empresas, debiendo actuar sólo sobre la posición neta. De esta manera se lograría un ahorro en los costos de transacción (comisiones por operaciones financieras) y no se dedicaría tiempo de la dirección de la empresa a la toma de posiciones financieras. De acuerdo con este razonamiento, la gestión de riesgos financieros por parte de la empresa consistiría principalmente en identificar sus posiciones, comunicarlas a los accionistas, y evitar desviaciones significativas respecto de las mismas; la medición del riesgo y el control mantendrían toda su relevancia.

El planteamiento precedente se basa en las hipótesis de igualdad de información acerca de la posición por parte de inversores y gestores de la empresa, y de inexistencia de efectos secundarios para la empresa como consecuencia de la falta de gestión activa de sus posiciones financieras (efectos distintos de los puros costos financieros). Estas situaciones no se dan en la práctica porque:

- Los gestores de la empresa tienen más información que los inversores de la posición de la empresa en cada momento.
- La gestión de riesgos financieros reduce costos para las empresas (de quiebra, de endeudamiento, fiscales, de iliquidez y de infrutilización del capital disponible) lo

que se traduce en mayores flujos esperados para los accionistas, sin incremento de riesgo.

La única manera de igualar la disponibilidad de información por parte de los gestores de la empresa y de los inversores, acerca de la posición en cada momento, sería que los gestores comunicaran a sus accionistas una posición de referencia y se comprometieran a corregir las desviaciones significativas de la posición real respecto de la referencia. Esto puede ser imposible en la realidad por diversos motivos:

- Una revelación pública de las posiciones puede situar a la empresa en desventaja con los competidores. Por ejemplo, si una compañía aérea decide no cubrir los costos de combustible en moneda local, y lo comunica a los inversores, en caso de una fuerte subida del precio, un competidor que sí hubiera realizado previamente la cobertura podría lanzar una guerra de precios para ganar cuota de mercado, sabiendo que la compañía rival se encuentra debilitada. Incluso la simple revelación de las posiciones cambiarías puede indicar a los competidores los mercados a los que se dirige la compañía o los países en donde se abastece de materia prima.
- Las posiciones adoptadas como referencia han de estar relacionadas con los riesgos financieros que aparecen en el negocio, cuya estimación está sujeta a gran incertidumbre. Por ejemplo, sería necesario determinar cómo se verían afectadas las ventas de una empresa en su propio país en el caso de que la depreciación de la divisa de un país vecino favoreciera la entrada de competidores. Un error en las estimaciones podría suponer graves perjuicios a los inversores, ya que en base a ello estos podrían decidir cubrir su riesgo de divisa, y por tanto, pedir responsabilidades legales a los directivos que comunicaron una posición equivocada.
- Los riesgos financieros relacionados con el negocio pueden ser cambiantes, con lo que las posiciones de referencia deberían ajustarse frecuentemente. Por ejemplo, una variación de la gama de productos ofrecida por una empresa que importa de diversos países sus materias primas puede cambiar el riesgo de divisa.

Si como consecuencia de lo anterior, la información que tienen los inversores sobre la posición de la compañía es muy limitada, es aconsejable dejar gran parte de la gestión de los riesgos financieros dentro de la empresa.

Por otro lado, la gestión de los riesgos financieros dentro de la empresa puede contribuir a la creación de valor para los accionistas a través de la reducción de una serie de costos:

- **Costos de quiebra.** Una gestión de riesgos adecuada que reduzca la probabilidad de quiebra aumenta los flujos esperados para los accionistas en el futuro, al disminuir las expectativas de incurrir en costos de quiebra. Estos no deben interpretarse como la pérdida del valor de la inversión en la compañía por parte de los accionistas, sino como la porción del valor de la empresa que no irá a satisfacer los derechos ni de los accionistas ni de los acreedores.

Un primer componente de costos de quiebra son los gastos del proceso de liquidación (legales, pérdidas en el valor de realización, indemnizaciones a empleados, etc.), que disminuyen las expectativas de recuperación de las deudas por parte de los acreedores; esto les lleva a demandar mayores remuneraciones en el momento inicial de la concesión de los préstamos, lo cual se traduce en menores beneficios esperados para los accionistas.

El segundo componente de los costos de quiebra se debe a disminución de la eficiencia por:

- la pérdida de enfoque de la dirección sobre las partes del negocio rentables por sí solas, o sobre la generación de ingresos en general,
- la desmotivación del personal,
- las dificultades de operar con normalidad con los proveedores (que exigen garantías de cobro), clientes (que carecen de garantías de recibir los productos en el futuro) etc. Todo ello incluso antes de que se declare legalmente la quiebra.

Si se ignoraran los costos de quiebra, a un accionista le sería indiferente el que la empresa estuviera endeudada a largo plazo mediante emisiones de bonos a tipo fijo o a tipo variable: no puede decirse que un instrumento sea mejor que el otro, por eso existen ambos en los mercados. El accionista podría regular su posición frente a los tipos de interés comprando más o menos bonos del Estado a tipo fijo, según la empresa estuviera endeudada a tipo fijo o variable. Sin embargo, si la dirección de la empresa esperase una fase depresiva de la economía, acompañada de descensos de tipos de interés (todavía no descontados por los mercados) y de menores ventas por parte de la empresa, sería sensato que decidieran endeudarla a tipo variable, para compensar las menores ventas con menores costos financieros; no hacerlo así incrementaría las probabilidades de quiebra.

- **Costo de endeudamiento.** Por otra parte, la reducción de la probabilidad de quiebra mediante gestión de las posiciones financieras disminuye el costo del endeudamiento, sin necesidad de añadir capital. Si esta mejora de la solvencia se ha efectuado sin costo adicional, aprovechando las posiciones financieras originadas por la dinámica del negocio, como en el ejemplo del párrafo anterior, se logra un claro aumento del valor de la compañía para sus accionistas.

Si la reducción de la probabilidad de quiebra se lleva a cabo mediante coberturas con costos (por ejemplo, comprando opciones que protejan de una subida de los tipos de interés) se hace necesario comparar esos costos con los ahorros conseguidos en la financiación.

Alternativamente, la mejora de la solvencia propia puede utilizarse para incrementar el endeudamiento (en lugar de abaratar su costo), y poder acometer así nuevos proyectos de inversión, también creadores de valor para el accionista.

- **Costos fiscales.** Otro tipo de costos que pueden ser manejados con la gestión de los riesgos financieros son los impuestos. Por ejemplo, supóngase que el tipo impositivo depende del nivel de beneficios; si la financiación se mantiene a tipo variable, una subida de los tipos de interés podría situar los beneficios totales de la compañía en 100 millones antes de impuestos, nivel al que la tasa impositiva es del 30%; si los tipos bajan, los beneficios subirán hasta 200 millones, que serán tasados al 40%; si los tipos no varían, los beneficios serán de 150 millones y los impuestos del 32%. Si se consideran los tres escenarios igualmente probables los beneficios esperados después de impuestos serán 97,3 millones.

Se observa en el Cuadro 1-1 que si se pudiera cerrar una cobertura de los tipos manteniéndolos al nivel actual, los beneficios después de impuestos serían de 102 millones, un 4,8% superiores a los esperados sin cobertura (97,3), pese a que no variarían los beneficios antes de impuestos respecto a la media sin cobertura (150).

Cuadro 1-1. Análisis de costos fiscales

Tipos de interés	Beneficios antes de impuestos	Impuestos	Beneficios después de impuestos
Suben	100	30%	70,0
Bajan	200	40%	120,0
No varían	150	32%	102,0
Media	150		97,3

- **Costos de iliquidez.** La falta de liquidez de los mercados de capitales también introduce costos indirectos adicionales, en concreto costos de oportunidad derivados de posponer proyectos rentables por falta de capacidad para conseguir la financiación necesaria y costos adicionales de financiación sobre el nivel usual y justo, en determinadas circunstancias.

La estabilidad de los beneficios conseguida mediante una adecuada gestión financiera asegura un cierto nivel de disponibilidad de fondos generados internamente, que pueden ser utilizados para aprovechar oportunidades de inversión; una mayor incertidumbre en los beneficios disminuye las expectativas de aprovechar futuras oportunidades de inversión. Este aspecto es crítico en mercados de capitales poco desarrollados, donde puede ser difícil y costoso conseguir un volumen suficiente de financiación (como deuda o como capital) en poco tiempo. Otro caso en el que resulta relevante es aquel en el que la empresa, con el fin de no informar a la competencia, no puede explicar con claridad qué proyecto de inversión le mueve a realizar una ampliación de capital mediante emisión pública de acciones.

A veces los inversores potenciales sospechan que los directivos de la empresa, actuando en defensa de los intereses de sus accionistas actuales, intentan realizar una emisión de nuevas acciones porque consideran que la empresa está sobrevalorada en la Bolsa; por ello, los inversores potenciales exigen descuentos significativos sobre su cotización, que se añaden a los costos propios de la emisión (comisión de aseguramiento, publicidad, etc.).

- **Costos de infrautilización del capital disponible.** Si la empresa dispusiera de más capital del que puede arriesgar en proyectos de inversión debería devolverlo a sus accionistas (mediante dividendos o recompra de acciones); pero si ese exceso es sólo temporal y no se traduce en que los acreedores reconocen una mejor calidad crediticia de la empresa y reducen consecuentemente el costo de financiación de la misma, el capital ocioso ha de ser invertido incrementando el riesgo asumido por la empresa, en busca de la rentabilidad exigida por los accionistas, ya que sería costoso reducir el capital para luego tener que realizar una ampliación de capital al cabo de 6 meses, por ejemplo.

La gestión financiera permite regular el nivel de riesgo total, determinar el capital necesario para soportarlo, y tras compararlo con el capital disponible, tomar las decisiones oportunas.

Los puntos anteriores han de ser tenidos en cuenta a la hora de fijar un hito de referencia que se considere neutral frente al riesgo (*benchmark*). Esta posición de referencia ha de ser tal que:

1. Sea conocida por los inversores con suficiente exactitud. Esto no implica que la entidad no pueda separarse sustancialmente de la referencia, pero habrá de marcar límites a esta desviación. Si existen problemas de confidencialidad o alta variabilidad se deberá tomar como posición de referencia una de riesgo absoluto nulo (equivalente a no tener exposición al factor de riesgo de que se trate) o de riesgo similar a una media del sector al que pertenece la entidad.
2. Pueda ser gestionada por los inversores, que habrán de tener acceso a los mercados necesarios para ello. En caso contrario, la posición ha de tener un riesgo absoluto nulo (de manera que su valor no ha de verse afectado por factores incontrolables por los inversores) o ha de constatar que efectivamente es deseada por los accionistas, que de otro modo no podrían incluir los factores de riesgo en sus carteras. Por ejemplo, la posesión de acciones de compañías de minas de oro puede ser la manera más eficiente de lograr una exposición al precio de este metal (al menos para inversores con dificultades legales u operativas para negociar contratos de futuros); si la compañía decide cubrir su riesgo ante variaciones del precio del oro, manteniendo únicamente el riesgo de realizar eficientemente su explotación, habrá destruido gran parte del valor percibido por los accionistas.
3. Contribuya a reducir los costos de quiebra, de endeudamiento, fiscales y de iliquidez. La reducción de los costos de infrutilización del capital puede justificar desviaciones respecto de la referencia. En un banco, la regulación del capital arriesgado en la tesorería permitiría acomodar la utilización del capital a las disponibilidades del mismo.

Por otra parte, una adecuada gestión de riesgos debe servir para mantener el nivel de calificación crediticia externo (otorgado por las agencias de *rating* o simplemente por los bancos en sus clasificaciones internas) acorde con la solvencia propia, tal y como la estiman los directivos de la empresa. Para ello ha de demostrarse a las agencias de *rating* y a los prestamistas que se conocen los riesgos asumidos, se controlan y cualquier decisión de inversión se analiza adecuadamente.

La gestión de riesgos ayuda también a demostrar a los organismos reguladores e inspectores la capacidad para desarrollar el negocio salvaguardando los intereses de terceros (de los depositantes bancarios, por ejemplo) aun cuando la letra de la ley no exija una forma concreta de gestionar y medir el riesgo. A la hora de la consecución de autorizaciones especiales por parte de organismos reguladores y entidades gubernamentales, el rigor en la gestión de riesgos puede resultar determinante. También en posibles fases de consultas previas al establecimiento de una nueva regulación se suele tener en cuenta el grado de avance de las entidades en la gestión, para centrar los controles en magnitudes críticas y verificables. Como ejemplo significativo en este campo, cabe volver a traer a colación la directiva del Comité de Basilea, que permite a las entidades bancarias utilizar sistemas propios para la medición del valor en riesgo de sus carteras de instrumentos y operaciones financieras de tesorería; la gran ventaja de este enfoque es que los reguladores controlan el riesgo del mismo modo que los gestores lo tienen en cuenta a la hora de tomar decisiones racionales, con lo que se eliminan restricciones que en ciertas circunstancias podrían llegar a ser absurdas. Este tipo de regulación crea valor para:

- El accionista, por eliminar restricciones innecesarias sobre el negocio.
- La dirección de la empresa, que centra su atención en los aspectos relevantes del negocio, con menores distracciones.

- Los organismos reguladores y las agencias de *rating*, que son capaces de conocer y controlar las magnitudes críticas para sus fines.
- La sociedad en general, al promover la eficiencia económica.

Por último, la gestión de riesgos es útil para las compañías que se relacionan con la entidad y como consecuencia incurren en riesgo de crédito (por ejemplo un banco que presta en el interbancario a otro, o actúa como contrapartida en una compraventa de divisa a plazo). Estas relaciones pueden verse constreñidas por la dificultad para evaluar la calidad crediticia de las contrapartidas, o por la ausencia de una calificación crediticia otorgada por una agencia de *rating*, o por el simple convencimiento de que la entidad no realiza una gestión sistemática de sus riesgos, aumentando así la posibilidad de una pérdida inesperada que deteriore su solvencia (los bancos que operan a escala global suelen ser más sensibles a este tipo de carencias en sus posibles contrapartidas). Obviamente, las restricciones acerca de las empresas que están dispuestas a mantener relaciones con una entidad, acaban por impactar negativamente sobre las actividades de la misma, y sobre sus beneficios.

De lo expuesto, se puede concluir que existen diferentes razones que justifican la inversión que las entidades realizan para racionalizar la gestión de riesgos:

- Cualquier empresa bien dirigida gestiona sus riesgos, pero han de realizarse las inversiones necesarias para que dicha gestión sea sistemática, objetiva y homogénea.
- Gran parte de los riesgos financieros deben ser gestionados internamente por la empresa y no por los inversores, sobre todo cuando los gestores de la empresa tienen más información que los inversores acerca de la posición de la entidad en cada momento.
- La gestión integrada de todos los riesgos dentro de la empresa puede contribuir a la creación de valor para el accionista, al optimizar la relación rentabilidad-riesgo (esto es, lograr la adecuada utilización del capital disponible) dentro de la empresa y reducir los costos de quiebra, endeudamiento, fiscales y de iliquidez.
- Una adecuada gestión de riesgos debe servir para mantener o mejorar el nivel de calificación crediticia externo, así como para facilitar las operaciones con otras empresas que asumen un riesgo crediticio con la entidad.
- La gestión de riesgos ayuda a demostrar a los organismos reguladores e inspectores la capacidad para desarrollar el negocio, salvaguardando los intereses de terceros.

## El contexto latinoamericano

América Latina y el área caribeña presentan una serie de características que requieren una puesta en práctica de la gestión de riesgos distinta a la de países como Estados Unidos y los de Europa occidental. Algunas de estas características repercuten fundamentalmente sobre las metodologías de medición del riesgo; otras, sobre el proceso de implantación.

Los instrumentos negociados en los mercados financieros latinoamericanos son en muchos casos insuficientes para establecer referencias adecuadas para la valoración de determinadas operaciones. Esto sucede, por ejemplo, ante la falta de cotización de bonos del Estado a largo plazo y de tipo fijo, lo que dificulta la fijación del tipo de interés de préstamos a largo plazo a compañías, o la valoración de los concedidos anteriormente.

La falta de referencias para la valoración se traduce también en una falta de referencia para la estimación del riesgo (posibilidad de pérdida de valor). Pero incluso en los casos en que la primera referencia existe, la estimación del riesgo sigue siendo complicada: la utilización de datos históricos como base para extrapolar las oscilaciones futuras de precios es muy discutible, por el propio dinamismo económico y político de los países de este entorno.

El éxito en la gestión macroeconómica puede convertir en exageradamente alta la estimación del riesgo actual observando un periodo histórico en el que se dieron crisis tales como una fuerte devaluación de la divisa. Pero, si por el contrario, el riesgo se mide observando sólo un periodo corto, se puede llegar a cifras demasiado bajas, ya que un alto intervencionismo de las autoridades monetarias sobre los mercados podría haber creado una situación de aparente estabilidad que podría romperse en cualquier momento. Ante esta situación, el cálculo del riesgo requiere la estimación de la probabilidad de éxito en sus objetivos por parte de los gobiernos y autoridades monetarias, así como la estimación de las caídas en los mercados financieros en caso de una crisis.

Por otra parte, el escaso volumen de negociación de muchos instrumentos arroja dudas sobre la validez de los precios cotizados como consenso de los agentes económico-financieros; estas dudas se extienden naturalmente a la validez de sus oscilaciones como reflejo del riesgo.

En los mercados financieros más desarrollados, la negociación de opciones ofrece una vía alternativa para medir el riesgo, ya que permite averiguar el grado de incertidumbre que tienen los agentes económicos acerca de los precios futuros de los instrumentos subyacentes a las opciones, pues el precio de éstas depende de dicha incertidumbre (volatilidad). Sin embargo, en el entorno latinoamericano apenas si se negocian opciones sobre sus divisas, tipos de interés, acciones, etc., por lo que es difícil utilizar esta referencia.

Otro problema añadido es la existencia de numerosos productos cuya complejidad es superior a la de los negociados en otros mercados financieros, con características difíciles de valorar (por ejemplo los bonos Brady).

En el caso de la estimación del riesgo de crédito ha de tenerse especialmente en cuenta las garantías implícitas del Estado hacia determinadas empresas no estatales cuya quiebra sería considerada especialmente dañina por las autoridades, por ejemplo por su fuerte repercusión social. Por otra parte, en ciertos casos no es completamente descartable la instauración de controles cambiarios que impidan a las empresas satisfacer los compromisos de su deuda externa; con ello, cobra especial importancia la inclusión del riesgo país (político y económico) en la evaluación de la solvencia de las empresas en sus transacciones exteriores.

En cuanto al valor que la gestión de riesgos puede aportar en el contexto latinoamericano y caribeño, cabe resaltar la importancia del aumento de sistematización, objetividad y homogeneidad. Si bien la experiencia de fuertes crisis y el desarrollo de los negocios en un entorno altamente cambiante ha estimulado un fuerte sentido práctico de la gestión de riesgos en las entidades latinoamericanas, esto mismo ha dificultado su sistematización. A ello también han contribuido las dificultades metodológicas derivadas de las circunstancias anteriormente citadas. El nuevo enfoque, con la aplicación de nuevas metodologías, supondrá un gran avance para las entidades latinoamericanas.

Por otra parte, es de especial importancia tener en cuenta en la gestión financiera la reducción de los costos de quiebra (dados los rápidos cambios macroeconómicos en América Latina), de endeudamiento (por los altos tipos de interés y el elevado riesgo crediticio) y de iliquidez (por la estrechez de los mercados de capitales).

Por último, las inversiones en sistemas informáticos se han mantenido a niveles inferiores a los de los países con mayor nivel económico. Asimismo el personal con alta cualificación técnica en el área económico-financiera es más escaso en América Latina. La importancia de la moderna gestión de riesgos para la buena marcha de la empresa y el reconocimiento de que es realmente posible implantarla en las entidades latinoamericanas deberían animar a dichas entidades (públicas y privadas) a realizar las necesarias inversiones en medios materiales y personal (con gran énfasis en la capacitación profesional).

Este manual pretende ayudar a las entidades del entorno latinoamericano a rentabilizar las inversiones en gestión de riesgos, evitando errores que incrementen su costo y ayudando a obtener el máximo provecho de los medios implantados, de manera que se avance con eficacia y rapidez por el camino ya recorrido por numerosas compañías estadounidenses y europeas, muchas de las cuales actualmente están operando en América Latina, directamente o través de filiales.

## Capítulo 2

# La gestión de riesgos: estructura organizativa y funciones

### Introducción

La meta u objetivo principal de cualquier compañía es la creación de valor para sus accionistas en particular y para la sociedad en general (a la que ofrece bienes y servicios), para lo cual debe gestionar de la forma más eficiente posible todos los recursos utilizados y los riesgos generados por los negocios en los que está inmersa. Desde este punto de vista, la gestión de riesgos se convierte en un factor crítico de la estrategia y del proceso de toma de decisiones de la entidad.

Bajo esta filosofía, la gestión de riesgos debe ser la función principal de cualquier entidad, en torno a la cual se deben estructurar el resto de funciones. Esto implica que todas las áreas deben estar involucradas directa o indirectamente en la función de la gestión de riesgos y, por tanto, la estructura organizativa de la entidad debe ser definida en total sintonía con dicha filosofía.

Desde el punto de vista de la gestión de riesgos, el esquema organizativo de una entidad puede ser segmentado, a efectos de análisis, en dos grandes estructuras de responsabilidad:

- Estructura estratégica: compuesta por el consejo y los comités de dirección, que tienen como función genérica la definición y aprobación de la estrategia y las políticas de gestión de riesgos de la entidad, así como asegurar la existencia de los recursos necesarios para la correcta implantación de las mismas.
- Estructura operativa: compuesta por el resto de estamentos de la entidad, los cuales deben ejecutar la estrategia e implantar las políticas de gestión de riesgos en el desarrollo de las funciones que cada uno tenga asignadas dentro de la organización.

Entre estas dos estructuras deben existir flujos de información bidireccionales (Figura 2-1), de forma que se garantice la eficiencia de la gestión de riesgos dentro de la entidad:

- La estructura estratégica debe comunicar al resto de la organización, de forma clara y explícita, la estrategia y las políticas que han definido; igualmente debe crear y transmitir una cultura corporativa de gestión de riesgos, que ayude a concienciar y convencer a todos los estamentos de la entidad sobre la conveniencia de dicho estilo de gestión.
- La estructura operativa debe informar a la alta dirección de la entidad sobre todos los aspectos relevantes en relación a la ejecución de la estrategia de gestión de riesgos y la implantación de las políticas, de forma que el proceso pueda realimentarse y adaptarse a las necesidades de la entidad y del mercado en cada momento.

**Figura 2-1. Flujos de información entre la estructura estratégica y la estructura operativa**



En el capítulo 8 dedicado al sistema de información de gestión de riesgos (SIG), se exponen ejemplos de los informes que la estructura operativa debe suministrar a los distintos estamentos de la estructura estratégica, con el fin de que éstos puedan evaluar y controlar los riesgos existentes, así como tomar decisiones en relación a los mismos. Como veremos, en el SIG la estructura de los informes, así como nivel de detalle, variarán en función del estamento de la estructura estratégica al que van dirigidos.

Adicionalmente a los flujos de comunicación verticales anteriormente descritos, la entidad debe potenciar y garantizar la existencia de canales de comunicación horizontales tanto dentro de la alta dirección (estructura estratégica), como entre el resto de áreas de la organización (estructura operativa).

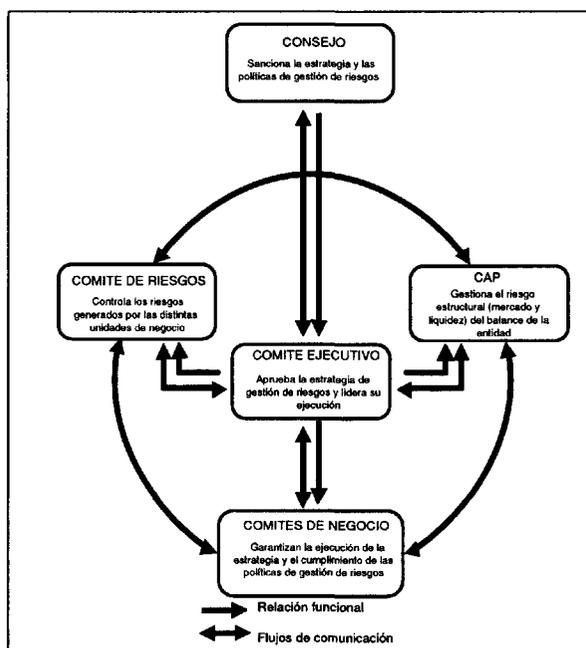
A continuación se expone un modelo de estructura organizativa orientado a dar soporte a la función de gestión de riesgos financieros. Aunque las bases de dicho modelo serían aplicables a cualquier tipo de organización y a la gestión de cualquier tipo de riesgo, la concreción de dicho modelo se ha definido para la gestión de los riesgos de una entidad financiera o del área financiera de una corporación.

### **Composición y funciones de la estructura estratégica**

Como se ha indicado anteriormente, la estructura estratégica (Figura 2-2) está compuesta por el consejo y los comités de dirección. El número, composición y funciones de estos últimos dependerá del tamaño y complejidad de la entidad, así como del tipo de actividades que desarrolle. Por ejemplo, en una entidad financiera grande con un espíritu de banca universal, pueden existir los siguientes comités de dirección:

- Comité ejecutivo
- Comité de activos y pasivos (CAP, conocido también como ALCO, del inglés *assets and liabilities committee*)

Figura 2-2. Composición de la estructura estratégica



- Comité de riesgos: puede existir uno para riesgo de mercado y otro para el riesgo de crédito.
- Comités de negocio: puede existir uno para cada uno de los grandes ámbitos de actividad (tesorería, banca comercial, banca de empresas, banca de inversión, gestión de activos, etc.).

En el Cuadro 2-1 se resumen las funciones básicas que deben asumir los estamentos que componen la estructura estratégica. Dichas funciones están ordenadas de forma que pueda analizarse cómo cada una de ellas trata de responder a uno de los seis bloques de preguntas que se expusieron en el capítulo 1 para definir el alcance la gestión de riesgos.

En los apartados siguientes se exponen la estructura de los estamentos anteriormente mencionados, así como una descripción mas detallada de las funciones que, en relación a la gestión de riesgos, éstos deben asumir.

## EL CONSEJO

Por delegación de la junta general de accionistas, el consejo es el máximo responsable de la creación de valor, así como de sancionar la estrategia y las políticas de la entidad. En el ámbito de la gestión de riesgos sus funciones son:

- Conocer y comprender los riesgos que asume la entidad.
- Garantizar la existencia del capital necesario para soportar el riesgo global de la entidad.
- Salvaguardar el valor de la entidad de pérdidas potenciales.
- Sancionar la estrategia de gestión de riesgos, que debe incluir los criterios de aceptación de riesgos.
- Marcar las líneas maestras de la gestión de riesgos.
- Conocer periódicamente los resultados obtenidos y el nivel de riesgos asumido.

Cuadro 2-1. Funciones básicas de los estamentos de la estructura jerárquica

Estamento	Fijación de criterios de aceptación de riesgos	Análisis y evaluación de riesgos existentes	Toma de decisiones sobre la posición	Evaluación de resultados	Implementación	Comunicación
<b>Consejo</b>	<p>Sancionar la estrategia de gestión de riesgos (estructura de límites)</p> <p>Marcar las líneas maestras de la gestión de riesgos</p>	<p>Conocer y comprender los riesgos que asume la entidad</p> <p>Garantizar la existencia del capital necesario para soportar el riesgo global de la entidad</p>	<p>Sancionar la estrategia de gestión de riesgos (rentabilidades objetivo)</p>	<p>Conocer los resultados obtenidos y los riesgos asumidos</p>	<p>Garantizar la existencia de los recursos necesarios para la gestión de riesgos</p>	<p>Potenciar una cultura organizativa de gestión de riesgos</p>
<b>Comité ejecutivo (CE)</b>	<p>Aprobar la estrategia de gestión de riesgos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estructura de límites.</li> <li>Países/negocios en los que operar</li> </ul>	<p>Conocer los riesgos y los consumos de capital de las unidades de negocio y las posiciones estructurales</p>	<p>Tomar las decisiones de gestión que puedan tener un impacto importante en el valor de la acción de la entidad</p>	<p>Analizar los resultados obtenidos en función de los presupuestos y los riesgos</p> <p>Reasignar capital entre los negocios en base al capital ajustado según riesgo (RORAC)</p>	<p>Aprobar la asignación de los recursos necesarios para la gestión de riesgos, así como la organización y la política de incentivos</p>	<p>Aprobar la estructura de información sobre gestión de riesgos (SIG)</p> <p>Aprobar la información sobre riesgos que se transmite externamente</p>
<b>Comité de riesgos (CR)</b>	<p>Asegurar la correcta ejecución de la estrategia de gestión de riesgos</p> <p>Proponer al CE la estructura de límites para su aprobación.</p>	<p>Conocer en detalle las posiciones y los riesgos asumidos (en términos de capital) en relación a los límites</p> <p>Aprobar excesos de límites cuando sea pertinente</p>		<p>Informar al CE de los resultados obtenidos en relación a los riesgos asumidos</p>	<p>Definir y asegurar la correcta implementación de las políticas, metodologías y procedimientos necesarios para controlar los riesgos</p>	<p>Proponer al CE la estructura del SIG</p> <p>Proponer al CE la información sobre riesgos que se puede transmitir externamente</p>
<b>Comité de activos y pasivos (CAP)</b>	<p>Garantizar el cumplimiento de la estrategia de gestión de riesgos en relación al riesgo estructural.</p> <p>Fijar el <i>benchmark</i> para la gestión del riesgo estructural</p>	<p>Analizar la sensibilidad del valor de la entidad a variaciones de los factores de riesgo</p>	<p>Definir las tácticas y objetivos de gestión del riesgo de balance</p> <p>Tomar decisiones sobre las propuestas de gestión del riesgo estructural que realice el área GAP</p>	<p>Revisar los informes de gestión del área GAP</p>	<p>Garantizar el cumplimiento de las políticas, metodologías y procedimientos definidos por el CR, aplicadas al riesgo estructural</p>	
<b>Comités de negocio</b>	<p>Garantizar, en sus ámbitos de actividad, el cumplimiento de la estrategia de gestión de riesgo</p>	<p>Analizar la sensibilidad del resultado de los negocios a variaciones de los factores de riesgo</p>	<p>Tomar decisiones sobre las propuestas de gestión de riesgos que le realicen las áreas de negocio</p>	<p>Revisar los informes de gestión de las áreas de negocio</p>	<p>Garantizar que las áreas de negocio cumplen las políticas, metodologías y procedimientos definidos por el CR</p>	

- Garantizar la existencia de los recursos necesarios para que la gestión de riesgos sea eficiente.
- Potenciar una cultura organizativa de gestión de riesgos dentro de la entidad.

En algunas entidades la sanción por parte del consejo de la estrategia y las políticas de gestión de riesgos se realiza de forma segmentada, es decir, el consejo sanciona en momentos diferentes la estructura de límites, políticas de gestión de riesgos estructurales, procedimientos de control, etc.

Otra alternativa más recomendable es que el consejo sancione un documento, previamente aprobado por el comité ejecutivo, en el que se expongan de forma integral las líneas generales de la *estrategia de gestión de riesgos* en la entidad. Dicho documento debería contener al menos los siguientes aspectos:

- La estructura de límites, a través de la cual se definirán qué riesgos se quieren asumir y en qué cuantía. Lo más conveniente es que en la medida que sea posible, los riesgos que se está dispuesto a asumir sean cuantificados en términos de capital en riesgo (capital que se quiere arriesgar).
- Países y negocios en los que se quiere operar dentro de los límites de riesgo establecidos.
- Las rentabilidades objetivo que se pretenden alcanzar en los diferentes negocios en función de los riesgos asumidos, con el fin de poder evaluar en qué operaciones es interesante entrar y en cuáles no.
- Políticas generales de gestión de riesgos estructurales, por ejemplo, porcentaje del riesgo de cambio del valor de mercado de las inversiones estructurales en el extranjero que se debe cubrir, política de cobertura del riesgo de cambio de los beneficios esperados de dichas inversiones, establecimiento de una diferencia máxima entre la duración del activo y del pasivo del balance global de la entidad, etc.
- Políticas de control de riesgos (por ejemplo, independencia, tipo de controles internos, etc.).
- Estructura y criterios que se deben utilizar en la elaboración de los informes<sup>1</sup> sobre gestión de riesgos (SIG).
- Información sobre riesgos que se va a transmitir a agentes externos.

A lo largo de este manual se explicará en detalle cómo se deben definir cada uno de los aspectos anteriormente expuestos.

## EL COMITÉ EJECUTIVO

Por delegación del consejo, el comité ejecutivo es el máximo órgano directivo de la organización y, como tal, tiene la responsabilidad de la gestión de los riesgos asumidos por la entidad, para lo cual debe tener las siguientes funciones:

- Garantizar el correcto cumplimiento de las decisiones del consejo.
- Analizar los resultados obtenidos por las unidades de negocio en función de los presupuestos, identificando las desviaciones y planteando medidas para corregirlas. El

<sup>1</sup> En el capítulo 8 se incluyen ejemplos del tipo de informes sobre gestión de riesgos que se pueden utilizar para informar a los diferentes estamentos de la organización.

análisis de los resultados debe realizarse teniendo en cuenta los riesgos asumidos para la consecución de los mismos.

- Analizar regularmente la conveniencia de reasignar capital entre las unidades de negocio en función de los resultados obtenidos y el capital arriesgado (RORAC).
- Informar regularmente al consejo sobre aspectos relacionados con la gestión de riesgos.
- Diseñar y aprobar la estrategia de gestión de riesgos de la entidad y liderar su ejecución. Como se ha comentado en el epígrafe anterior, es conveniente que dicha estrategia sea formalizada a través de un documento en el que se definan los aspectos ya mencionados. Dicho documento, una vez sancionado por el consejo, podrá ser utilizado por el comité ejecutivo para transmitir la estrategia de gestión de riesgos al resto de estamentos de la organización.
- Conocer los riesgos y los consumos de capital de las unidades de negocio y las posiciones estructurales.
- Tomar decisiones de gestión que puedan tener un impacto importante en el valor de la entidad.
- Potenciar un ambiente de control y gestión de riesgos dentro de la entidad.
- Definir una estructura organizativa y una política de incentivos adecuada con la filosofía de gestión de riesgos.
- Aprobar la asignación de los recursos necesarios para la gestión de riesgos.
- Asegurar la existencia y utilización de políticas, procedimientos, metodologías y sistemas, que permitan medir y gestionar los riesgos cuantificables y controlar los no cuantificables. Todos estos elementos deben estar sujetos a la aprobación del comité ejecutivo antes de su implantación.

Aunque la composición del comité ejecutivo variará en cada entidad dependiendo del tipo de estructura organizativa que tenga implantada, de una forma general, podríamos decir que deberían formar parte de dicho comité los máximos responsables ejecutivos de las diferentes áreas de la entidad (por ejemplo el Director General, el Director Financiero, el Director de Riesgos, los directores de las grandes áreas de negocio, áreas de soporte, auditoría interna, etc.).

El comité ejecutivo se debería reunir formalmente con una frecuencia semanal y extraordinariamente siempre que sea necesario. Debe crear a su vez una serie de comités (comité de activos y pasivos, comité de riesgos y comités de negocio) que dependan de él, a los cuales asignará atribuciones y funciones concretas sobre diferentes aspectos de la gestión de la entidad. En dichos comités es conveniente que participe, al menos, un miembro del comité ejecutivo.

## **EL COMITÉ DE ACTIVOS Y PASIVOS (CAP)**

El CAP es realmente un comité de negocio cuya responsabilidad es la gestión global de los activos y pasivos de la entidad (balance comercial y posiciones estructurales). El CAP suele delegar el análisis y la gestión diaria de los riesgos estructurales en una unidad especializada, el área de gestión de activos y pasivos o área GAP<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Generalmente en las entidades financieras se suele considerar que esta unidad de gestión es un área de la tesorería de la entidad, aunque realmente dicha unidad es la verdadera y única tesorería, ya que el resto de las áreas (negociación, clientes, etc.) de lo que se suele considerar tesorería tienen misiones completamente diferentes (tomar posiciones especulativas, hacer arbitrajes, vender productos financieros a clientes, etc.) y por tanto deberían ser consideradas áreas de negocio independientes. Dicha unidad es la encargada de analizar y gestionar en

El CAP debe gestionar el riesgo de mercado y el riesgo de liquidez implícito en el balance de la entidad. Para ello ha de:

- Garantizar el cumplimiento de la estrategia de gestión de riesgos en relación al riesgo estructural.
- Fijar la posición de referencia o *benchmark* para la gestión del riesgo estructural.
- Analizar y tomar decisiones en relación a las propuestas de gestión del riesgo estructural que le realice el área GAP.
- Definir las tácticas y objetivos de gestión de riesgo de balance, los cuales deberán ser comunicados al comité ejecutivo para su aprobación.
- Analizar la sensibilidad del valor de la entidad y de los resultados (margen financiero u ordinario) a las variaciones de los diferentes factores de riesgo de mercado.
- Revisar los informes de gestión del área GAP, con el fin de analizar los resultados obtenidos en función de los objetivos y los riesgos asumidos.
- Analizar los presupuestos de la entidad y las propuestas de nuevos productos para la banca comercial en relación a la estrategia y objetivos de gestión del riesgo de balance que se han establecido.
- Garantizar el cumplimiento de las políticas, metodologías y procedimientos definidos por el comité de riesgos, aplicadas al riesgo estructural.

Aunque la composición del CAP dependerá de la estructura de cada entidad, de forma genérica deberían estar presentes al menos el Director Financiero, el responsable del área GAP y los directores de aquellas unidades de negocio expuestas a riesgo de mercado (por ejemplo, la de banca comercial).

Las decisiones adoptadas por el CAP serán transmitidas al resto de la entidad a través de los responsables funcionales de las diferentes áreas que participan en dicho comité. Es responsabilidad de cada partícipe la correcta ejecución de las decisiones que afectan a su área, así como su seguimiento y control. Cada responsable funcional deberá presentar en el CAP los correspondientes informes de realización de las actuaciones que le fueron requeridas.

Según lo expuesto, podemos decir que las decisiones de gestión global de los activos y pasivos de la entidad afectarán fundamentalmente a:

- Las áreas de banca comercial, a las cuales les puede transmitir la necesidad de realizar variaciones en la política comercial con el fin de modificar la sensibilidad del balance. Por ejemplo, si el CAP observa que la duración del activo comercial es demasiado alta en relación al objetivo marcado o las expectativas de evolución de los tipos, puede decidir potenciar la concesión de nuevos préstamos a tipo variable en vez de fijo y, además, acortar el plazo de los que se concedan a tipo fijo.

Evidentemente la gestión del balance de la entidad a través de políticas comerciales es un proceso lento. Otra alternativa mucho más flexible es gestionar el balance de la entidad a través de operaciones de tesorería (por ejemplo, bonos, *swaps*, opciones, etc.), si existen mercados financieros con suficiente liquidez. La ejecución y el seguimiento de estas operaciones (que constituyen la cartera del CAP) corre a cargo del área GAP, que puede ejecutar las transacciones directamente con el mercado o a través de otras unidades del área de tesorería, que la considerarán como un cliente.

---

el día a día los riesgos financieros (tipo de interés, cambio, liquidez, etc.) derivados de la estructura de balance de la entidad. En el ámbito financiero el área GAP en cuestión a veces se denomina área ALM (del inglés *asset and liability management*).

También las decisiones del CAP relativas a la política de tipos de transferencia<sup>3</sup>, afectan a las áreas de banca comercial, ya que a través de dicha política se elimina el riesgo de mercado de la banca comercial y se transfiere al CAP para su gestión.

- El área GAP que analiza y gestiona la cartera del CAP. Este área ejecuta las decisiones tácticas, de cobertura o de toma de posiciones estratégicas adoptadas por el CAP, para la gestión del riesgo de balance. Por ejemplo, si el CAP espera una reducción del nivel de tipos de interés lo cual puede afectar negativamente al margen financiero de la entidad, puede compensar dicho efecto tomando posiciones en bonos, los cuales generarían plusvalías que compensarían la pérdida de margen si los tipos caen.

Otra decisión de gestión que el CAP podría tomar ante la situación anteriormente comentada (duración del activo comercial demasiado alta) sería cubrir la cartera de préstamos hipotecarios a tipo fijo con *swaps* de tipo de interés en los cuales la entidad paga un tipo fijo y recibe el variable.

El CAP, en su proceso de toma de decisiones, utilizará los informes<sup>4</sup> y análisis que le remita el área de GAP. La periodicidad de las reuniones del CAP dependerá de la frecuencia con que la entidad quiera analizar y gestionar su riesgo estructural. De forma general se podría establecer una doble periodicidad, reuniones semanales en las que se realice un seguimiento detallado de los objetivos de gestión fijados a corto plazo y reuniones mensuales con un enfoque más global, en las que se revisen la estrategia de gestión del riesgo de balance de la entidad y su impacto en los objetivos a largo plazo. El CAP también puede ser convocado con carácter extraordinario si así lo aconsejan la evolución de las variables tanto internas como externas.

## EL COMITÉ DE RIESGOS

El comité de riesgos es el órgano en el cual el comité ejecutivo delega la responsabilidad de definir las políticas y procedimientos y de controlar que las áreas de negocio están ejecutando correctamente la estrategia de gestión de riesgos aprobada por el comité ejecutivo.

Debido a la amplitud de las funciones que desempeñan el CAP y el comité de riesgos, podría entenderse que en algunos casos las atribuciones de ambos comités se solapan, por lo cual es importante aclarar y delimitar el alcance de sus responsabilidades:

- El CAP tiene atribuciones sobre la gestión global del riesgo (mercado y liquidez) estructural del balance de la entidad.
- El comité de riesgos tiene atribuciones sobre el control de los riesgos generados (principalmente mercado y crédito, aunque también operativo y legal, etc.) por las distintas unidades de negocio de la entidad (incluido el CAP).

Deberán formar parte del comité de riesgos el Director de Riesgos y los máximos responsables de las áreas operativas involucradas en el proceso de control y medición de riesgos. Los miembros de este comité deben tener un perfil lo suficientemente técnico como para comprender las metodologías y procedimientos utilizados en la entidad para medir y controlar riesgos.

<sup>3</sup> Este aspecto se analiza en detalle en el capítulo 4 dedicado al riesgo de mercado de la banca comercial. Esencialmente, el tipo de transferencia es igual al costo por eliminar el riesgo de mercado.

<sup>4</sup> En el capítulo 8 se muestran ejemplos del tipo de informes que puede recibir el CAP.

Este comité se debería reunir formalmente con la misma periodicidad que el comité ejecutivo (anteriormente se ha señalado la conveniencia de que sea semanalmente).

Las funciones concretas que debe asumir el comité de riesgos<sup>5</sup>, en relación al control del riesgo de mercado y crédito, son las siguientes:

- Asegurar la correcta ejecución de la estrategia de gestión de riesgos e informar al comité ejecutivo sobre el desarrollo de la misma.
- Definir y asegurar la correcta implantación de políticas, metodologías y procedimientos, acordes con los riesgos aprobados, que permitan medir y controlar los riesgos cuantificables (riesgo de mercado y riesgo de crédito).
- Proponer límites de control de riesgos al comité ejecutivo para su aprobación.
- Conocer en detalle las posiciones y los riesgos asumidos (en términos de capital) en relación a los límites.
- Aprobar los excesos temporales de límites cuando sea pertinente.
- Informar al comité ejecutivo de los resultados obtenidos por las diferentes unidades de negocio en relación a los riesgos asumidos.
- Proponer al comité ejecutivo la estructura del SIG, así como la información sobre riesgos que se puede transmitir externamente.

Además de los riesgos de mercado y de crédito, también será responsabilidad del comité de riesgos definir y asegurarse de la correcta implantación de las políticas y procedimientos necesarios para controlar otros riesgos (riesgo operativo, riesgo legal, etc.).

El comité de riesgos delegará el desarrollo de las tareas que se derivan de sus funciones en el área de análisis y control de riesgos. Semanalmente dicha área remitirá al comité de riesgos informes que le permitan controlar la ejecución de la estrategia de gestión de riesgos<sup>6</sup>.

## COMITÉS DE NEGOCIO

Como ya se ha indicado anteriormente pueden existir comités para cada uno de los grandes ámbitos de actividad (tesorería, banca comercial, banca de empresas, banca de inversión, gestión de activos, etc.), los cuales, al margen de sus responsabilidades relacionadas con la generación de resultados, deben asumir las siguientes funciones:

- Garantizar que, en sus ámbitos de actividad, se siguen las directrices marcadas en la estrategia de gestión de riesgos.
- Analizar la sensibilidad del resultado de los negocios a las variaciones de los factores de riesgo.
- Tomar decisiones sobre las propuestas de gestión de riesgos que realicen las áreas de negocio.

<sup>5</sup> El hecho de que el comité de riesgos tenga atribuciones sobre el control del riesgo de mercado y de crédito, puede justificar la existencia de un comité de riesgo de mercado y un comité de riesgo de crédito. De ser así, ambos comités tendrían las mismas funciones pero cada uno respecto al tipo de riesgo que gestiona y controla; no obstante, esta desagregación no debe impedir poder realizar un control integrado de ambos riesgos.

En entidades financieras grandes (banca universal) es habitual que las funciones de control del riesgo de mercado y de crédito estén más diferenciadas, sin embargo, en bancos de inversión, que por su actividad estén más centrados en el negocio de tesorería, no suele haber dicha diferenciación.

<sup>6</sup> En el capítulo 8 se aportan ejemplos del tipo de informes que puede recibir el comité de riesgos.

- Revisar los informes de gestión de las áreas de negocio, con el fin de analizar los resultados obtenidos por estas en función de sus objetivos y los riesgos asumidos.
- Garantizar que las áreas de negocio cumplen las políticas, metodologías y procedimientos establecidas por el comité de riesgos.

## Composición y funciones de la estructura operativa

Como se ha indicado anteriormente, la estructura operativa está compuesta por los estamentos de la entidad que deben ejecutar la estrategia e implantar las políticas de gestión de riesgos en el desarrollo de las funciones que cada uno tenga asignada dentro de la organización. En la estructura operativa existen cuatro tipos de áreas, entre las que debe existir una clara segregación de funciones:

- *Área de análisis y control de riesgos*
- *Área de gestión de activos y pasivos (área GAP)*
- *Áreas de negocio:* al igual que en el caso de los comités de negocio, cada área de negocio corresponderá a un ámbito de actividad de la entidad (tesorería, banca comercial, banca de empresas, banca de inversión, gestión de activos, etc.).
- *Áreas de soporte:* son áreas que desempeñan funciones estructurales dentro de la entidad. Las más importantes desde el punto de vista de la gestión de riesgos son las siguientes:
  - áreas de administración y área de operaciones (*back office*)
  - área de tecnología y sistemas
  - área de asesoramiento jurídico-legal y fiscal
  - área de recursos humanos y formación
  - área de auditoría interna

Entre las áreas que conforman la estructura operativa deben establecerse flujos de comunicación bidireccionales que garanticen una correcta y eficiente coordinación en el desempeño de las funciones que cada una tiene asignadas.

En el Cuadro 2-2 se resumen las funciones básicas que deben asumir las áreas que componen la estructura operativa. Dichas funciones están ordenadas de forma que pueda analizarse cómo cada una de ellas trata de responder a uno de los seis bloques de preguntas que se expusieron en el capítulo 1 para definir el alcance de la gestión de riesgos.

En los siguientes apartados se exponen la estructura de las áreas anteriormente mencionadas, así como una descripción más detallada de las funciones que estas áreas deben asumir en cuanto a gestión de riesgos.

### ÁREA DE ANÁLISIS Y CONTROL DE RIESGOS

El área de análisis y control de riesgos es el departamento operativo en el cual el comité de riesgos delega la actividad diaria de análisis y control de los riesgos (mercado y crédito) asumidos por la entidad. Por tanto, las tareas que desarrolla el área de análisis y control de riesgos pueden ser agrupadas en torno a sus dos funciones básicas:



- Función de control de riesgos:
  - Implantar y asegurar el cumplimiento de las políticas y procedimientos definidas por el comité de riesgos.
  - Calcular las posiciones y valorarlas a mercado.
  - Definir qué fuentes independientes se deben utilizar para captar las variables de mercado (precios, tipos, volatilidades, etc.) necesarias para valorar y medir riesgos.
  - Medir los riesgos de mercado y crédito, de acuerdo a las metodologías aprobadas, y controlar el cumplimiento de los límites establecidos.
  - Calcular los resultados de gestión y el RORAC de las diferentes áreas de negocio.
  - Calcular el consumo de capital en riesgo de las diferentes áreas de negocio.
  - Controlar la liquidez de la entidad en función de los límites establecidos.
- Función de análisis de riesgos:
  - Desarrollar y definir las metodologías de valoración y de medición de los riesgos de mercado y crédito y validar las utilizadas por los sistemas implantados en la entidad.
  - Analizar la solvencia de los diferentes clientes y contrapartidas y otorgarles una calificación crediticia en base a dicho análisis<sup>7</sup>. Dichas calificaciones crediticias deberán ser revisadas regularmente (al menos anualmente) o siempre que se produzcan cambios significativos que así lo aconsejen.
  - Analizar las propuestas que sobre límites de riesgo de mercado y crédito realicen las áreas operativas y elevarlas al comité de riesgos.
  - Analizar el reparto de capital en riesgo entre las unidades de negocio.
  - Analizar las pérdidas potenciales que podría sufrir la entidad ante una situación de crisis en los mercados en los que opera (*stress testing*).
  - Analizar las solicitudes de excesos de límites y realizar propuestas de aprobación al comité de riesgos.
  - Analizar, en términos de riesgo, las propuestas de las áreas de negocio en relación a nuevas actividades o productos.
  - Preparar informes<sup>8</sup> para el comité de riesgos que recojan lo siguiente:
    - Descripción resumida de las posiciones de mercado (por ejemplo, *mapping* de flujos) y de crédito (por ejemplo, préstamos equivalentes).
    - Análisis de concentración de riesgo de crédito por países, sectores económicos, plazos, *ratings* y contrapartidas.
    - Análisis de los factores de riesgo que influyen sobre las pérdidas y ganancias potenciales de las posiciones.
    - Análisis de los perfiles de rentabilidad-riesgo y de la sensibilidad de estos a variaciones de las posiciones.
    - Análisis de simulación de escenarios (por ejemplo, *stress testing*)
    - Análisis de los resultados obtenidos y de las desviaciones sobre los objetivos marcados, identificando factores explicativos.
    - Análisis sobre expectativas de evolución de los negocios y de las variables de mercado.
    - Análisis de estrategias alternativas para gestionar riesgos existentes.
  - Preparar información<sup>9</sup> sobre la gestión de riesgos en la entidad destinada a agentes externos (por ejemplo, inversores, analistas, reguladores, etc.)

<sup>7</sup> En el capítulo 5 dedicado a la gestión y el control del riesgo de crédito se plantean alternativas para asignar una calificación crediticia a clientes y contrapartidas.

<sup>8</sup> En el capítulo 8 se aportan ejemplos de los informes elaborados por el área de análisis y control de riesgos para el comité de riesgos.

<sup>9</sup> En el capítulo 8 se analizan las características de la información sobre gestión de riesgos que la entidad puede comunicar a los agentes externos.

En algunas entidades grandes, las funciones de control y análisis pueden ser desempeñadas por dos áreas diferenciadas, pero siempre debe existir una unidad de dirección para evitar situaciones de descoordinación y de conflicto de intereses, fundamentalmente en lo relativo a la definición (análisis) y la utilización (control) de las metodologías de valoración y de medición de los riesgos de mercado y crédito.

Teniendo en cuenta todas las funciones que desempeña, el área de análisis y control de riesgos debe tener una dimensión apropiada al volumen de actividad de la entidad y la complejidad de los productos e instrumentos en los que se opera, fundamentalmente en el área de tesorería. Por ejemplo, una entidad de tamaño mediano que opere en productos estándar (préstamos, depósitos, bonos, *forwards*, futuros, etc.) necesitará menos personal, y menos cualificado técnicamente, que una entidad grande que opere en instrumentos complejos (préstamos con opciones implícitas, productos estructurados, opciones exóticas, etc.). En general, el área de análisis y control de riesgos deberá contar con profesionales (no es necesario que lo sean todos pero sí los que ocupan puestos de responsabilidad) con una alta calificación técnica<sup>10</sup> y con experiencia en el control de riesgos.

### ÁREA DE GESTIÓN DE ACTIVOS Y PASIVOS (ÁREA GAP)

El área GAP es el departamento operativo en el cual el CAP delega la actividad diaria de análisis y gestión de los riesgos financieros (mercado y liquidez) derivados de la estructura de balance de la entidad (cartera del CAP).

Las tareas básicas que debe desempeñar el área GAP son las siguientes:

- Proponer al área de análisis y control de riesgos los límites necesarios para gestionar el riesgo estructural.
- Análisis y seguimiento de los mercados.
- Gestionar, bajo las directrices del CAP, el balance de la entidad a través de operaciones de tesorería (bonos, *swaps*, opciones, etc.), si existen mercados financieros con suficiente liquidez. El área GAP puede ejecutar las transacciones directamente con el mercado o a través de otras unidades del área de tesorería, que la considerarán como un cliente.
- Preparar informes para el CAP en los que se recojan los siguientes aspectos:
  - Análisis de la exposición al riesgo de mercado del balance de la entidad.
  - Análisis de la sensibilidad del margen financiero.
  - Análisis de la sensibilidad del valor de mercado de la entidad.
  - Análisis de la estructura de liquidez de la entidad.
  - Propuestas de estrategias alternativas para gestionar los riesgos de mercado estructurales y la liquidez de la entidad.
  - Informes de gestión en los que se analicen los resultados obtenidos en función de los objetivos fijados y los riesgos asumidos.
- Implantar y cumplir las políticas, metodologías y procedimientos definidas por el comité de riesgos.

<sup>10</sup> En el capítulo 13 dedicado al plan de formación en gestión de riesgos se exponen los conocimientos que deben tener los miembros de las diferentes áreas de la entidad, lo cual puede dar una buena idea de los perfiles que se requieren.

## ÁREAS DE NEGOCIO

Las áreas de negocio son las encargadas de tomar los riesgos de acuerdo a la estrategia que se haya definido y dentro de los límites que tengan establecidos. Independientemente del tipo de actividad que desarrollen, las funciones genéricas de las áreas de negocio, en materia de gestión de riesgos, son las siguientes:

- Materializar la estrategia de gestión de riesgos de la entidad en posiciones reales de mercado en los diferentes negocios.
- Maximizar la rentabilidad para cada nivel de riesgo aceptado.
- Proponer al comité de riesgos, a través del área de análisis y control de riesgos, nuevas oportunidades de negocio (productos/mercados) para su aprobación e inclusión en la política de gestión de riesgos de la organización.
- Proponer al área de análisis y control de riesgos los niveles de límites de riesgo de mercado y crédito necesarios para desarrollar su actividad y cumplir los objetivos establecidos.
- Realizar un seguimiento de las mediciones de riesgo realizadas por el área de análisis y control de riesgos.
- Distribuir los límites de riesgo generales en sublímites dentro de la estructura de actividad que desarrollan.
- Aportar información sobre los diferentes negocios al área GAP y al área de análisis y control de riesgos.
- Realizar informes de gestión en los que se analicen los resultados obtenidos en función de los objetivos fijados y los riesgos asumidos.
- Implantar y cumplir las políticas, metodologías y procedimientos definidas por el comité de riesgos.

## ÁREAS DE SOPORTE

Las áreas de soporte desarrollan un conjunto de actividades que son necesarias para la implementación de la estrategia y las políticas de gestión de riesgo dentro de la entidad. En general, dichas áreas deben proporcionar soporte al área de análisis y control de riesgos, al área GAP y a las áreas de negocio, así como implantar y cumplir, en sus ámbitos de actividad, las políticas, metodologías y procedimientos definidas por el comité de riesgos.

A continuación se indican las funciones concretas, que en materia de gestión de riesgos, asumen cada una de las áreas de soporte.

### Áreas de administración y área de operaciones (*back office*)

- Procesar (registrar, confirmar, liquidar, etc.) todas las operaciones contratadas por las áreas de negocio, cumpliendo en todo momento las políticas, metodologías y procedimientos de control de riesgos establecidos por el comité de riesgos.
- Contabilizar todas las operaciones de acuerdo a las normas y criterios definidos por los reguladores.

- Asegurar la integridad de las bases de datos de operaciones, las cuales serán también utilizadas por el área de análisis y control de riesgos.
- Asegurar que se cumplen los controles y procedimientos establecidos para reducir el riesgo operativo e informar al comité de riesgos de los errores y discrepancias detectados.

### Área de tecnología y sistemas

- Desarrollar, instalar y mantener los sistemas necesarios para que todas las áreas de la entidad puedan desempeñar las funciones relacionadas con la gestión y el control de riesgos.
- Establecer los controles informáticos definidos en las políticas de riesgo operativo.
- Controlar la correcta utilización de los sistemas informáticos y garantizar la integridad y el funcionamiento correcto de los mismos.
- Definir el plan de contingencia de sistemas.

### Área de asesoramiento jurídico-legal y fiscal

- Definir y establecer los procedimientos necesarios para poder controlar adecuadamente el riesgo legal de la entidad.
- Garantizar que toda la operativa cumple las reglas y leyes establecidas por la regulación y normativa aplicable (*compliance*).
- Controlar que todas las operaciones son correctamente documentadas en tiempo y contenido y evitar la pérdida de dicha documentación.
- Analizar y redactar los contratos que soportan las operaciones realizadas por las áreas de negocio.
- Controlar que se cumple adecuadamente toda la normativa existente en materia de impuestos.
- Recomendar una estructura fiscalmente eficiente de los negocios de la entidad.
- Identificar oportunidades de negocio basadas en tratamientos legales.

### Área de recursos humanos y formación

- Definir e implantar políticas de selección y planes de formación<sup>11</sup> que garanticen que todas las funciones relacionadas con la gestión y control de riesgos son desempeñadas por los profesionales apropiados, en número, experiencia, habilidades y grado de especialización.
- Seleccionar el personal adecuado en función de las solicitudes de las diferentes áreas de la entidad.
- Definir e implantar políticas de remuneración e incentivos que sean adecuadas a los perfiles que se requieren en los diferentes estamentos de la entidad y que no fomenten conductas incoherentes con las políticas de riesgo establecidas.
- Definir y asegurar el cumplimiento del código de conducta de la entidad.

---

<sup>11</sup> Ver el capítulo 13 dedicado al plan de formación en gestión de riesgos.

### Área de auditoría interna

- Examinar y valorar regularmente, de forma independiente, la idoneidad y efectividad global de la estructura de gestión y control de riesgos de la entidad.
- Contrastar la implantación real de las políticas y procedimientos establecidos.
- Controlar que todas las operaciones están correctamente registradas, valoradas y contabilizadas, y que se está cumpliendo toda la normativa y criterios contables establecidos por los reguladores.
- Informar al comité ejecutivo de cualquier debilidad relevante que se haya detectado como consecuencia de los análisis realizados, y proponer soluciones alternativas.

El área de auditoría interna debe ser completamente independiente del resto de las áreas involucradas en el proceso de gestión y control de riesgos, con el fin de evitar cualquier tipo de interferencia en el desarrollo de sus funciones. Para poder garantizar dicha independencia, es importante que el área de auditoría interna se constituya como un *staff* o área de apoyo del máximo responsable ejecutivo de la entidad (Presidente o Director General) y que además informe directamente al comité ejecutivo.

En algunas entidades también existe la figura del comité de auditoría interna, en el cual participan los máximos responsables de las áreas de negocio, control y soporte. Este comité es el foro donde el área de auditoría interna expone las conclusiones alcanzadas en las auditorías y realiza las propuestas que considera convenientes para subsanar las deficiencias detectadas. En otras entidades estas cuestiones se exponen y se discuten en el comité ejecutivo. Una alternativa que parece adecuada es que el área de auditoría interna exponga y discuta sus conclusiones en detalle al comité de auditoría interna, elaborando posteriormente un informe para el comité ejecutivo, con las cuestiones más relevantes. Lógicamente, cada entidad deberá analizar, en función de su tamaño y de su problemática concreta, la necesidad de crear el comité de auditoría interna o, por el contrario, que las funciones de dicho comité sean asumidas por el comité ejecutivo.

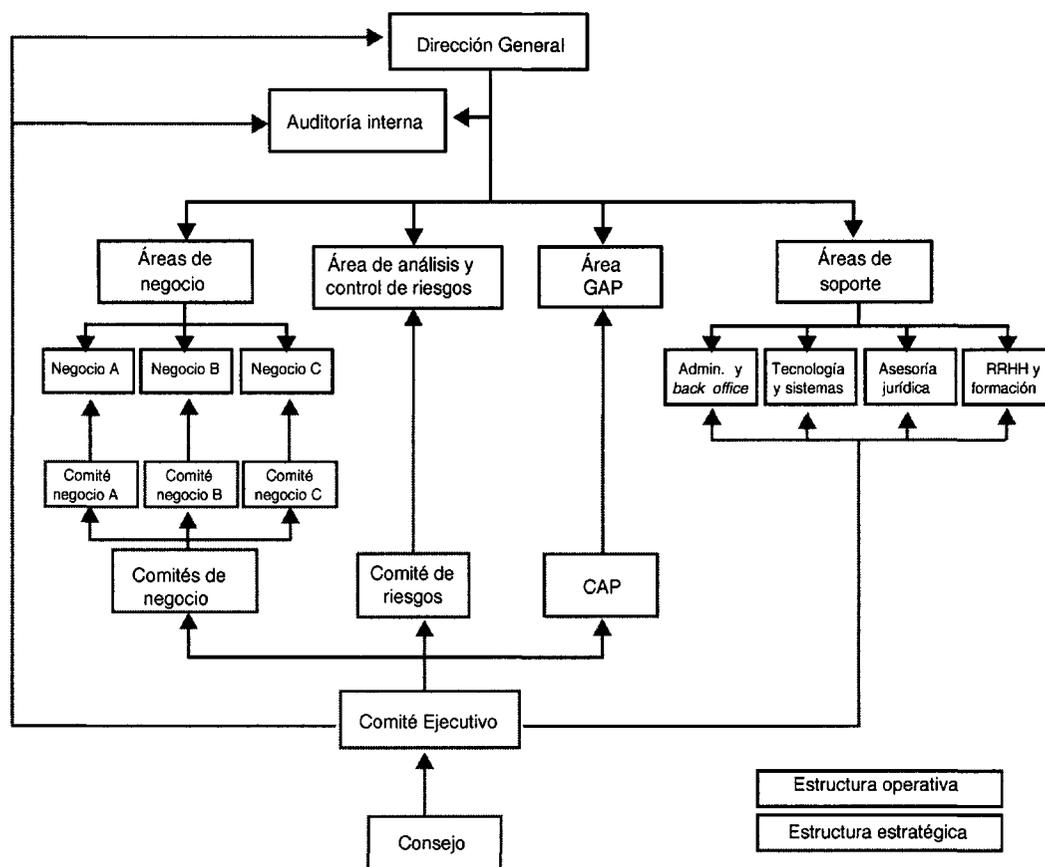
Adicionalmente, la entidad debe contratar los servicios de auditores externos, los cuales, regularmente, realizarán una revisión independiente de los estados financieros y de la integridad de las funciones de gestión y control de riesgos. También deberán evaluar el cumplimiento de las políticas y procedimientos establecidos, tanto internamente por la entidad, como externamente por los reguladores. Los auditores externos deberán comunicar el resultado de dichas revisiones al comité ejecutivo y al comité de auditoría interna, en caso de que exista.

## Estructura organizativa integral de gestión de riesgos

En los apartados anteriores se han identificado todos los estamentos de la entidad involucrados en la gestión de riesgos, así como las funciones de cada uno de ellos. En este apartado se propone un modelo de estructura organizativa coherente con la filosofía de gestión de riesgos. En dicho modelo se establecen las relaciones básicas de dependencia que deben existir entre los diferentes estamentos de la entidad. No obstante, puede ser necesario realizar adaptaciones concretas en cada organización, según el tamaño y la complejidad y diversidad de los negocios en los que opere.

El modelo organizativo que se propone en la Figura 2-3 está estructurado según funciones, no según personas. Así, el área de negocio englobaría todos los negocios (A, B, etc.) lo que no quiere decir que deba existir un único responsable de todas las unidades de negocio. Esta decisión corresponde a cada organización en función de su complejidad y posibilidad de establecer sinergias.

Figura 2-3. Modelo organizativo



No obstante, si la complejidad de la organización se incrementa y se estructuran macrounidades de negocio, tales como oficinas o entidades del grupo en otros países, que necesitan de estructuras organizativas completas (estratégica y operativa), se evolucionaría hacia un esquema de grupo organizativo en el que se establecerán líneas doble de dependencia:

- Las áreas que componen la estructura operativa de la macrounidad tendrán dependencia de la dirección general de la macrounidad, pero también dependerán del responsable de la función a nivel global del grupo.
- Los comités que componen la estructura estratégica de la macrounidad dependerán del consejo de dicha macrounidad y a su vez del comité correspondiente en la matriz.

Por ejemplo, supongamos que una entidad financiera argentina (entidad matriz) compra un banco en Venezuela (entidad filial). Con el fin de poder coordinar adecuadamente la gestión de riesgos del grupo, parece lógico que la entidad matriz realice, en la entidad filial, los cambios organizativos necesarios para poder tener una estructura estratégica y operativa similar.

Una vez que la entidad matriz y la filial tienen una estructura organizativa similar para dar soporte a la gestión de riesgos, el siguiente paso consistirá en definir las dependencias y relaciones que deben existir entre los estamentos de ambas entidades, para poder actuar de forma coordinada y eficiente. Por ejemplo, el área de análisis y control de riesgos de la entidad filial tendrá una doble dependencia, por un lado reportará a su dirección general y por otro al área de análisis y control de riesgos de la matriz. Igualmente, el comité ejecutivo de la filial reportará a su consejo y al comité ejecutivo de la matriz.

Esta estructura de doble dependencia debe ser diseñada de forma que se alcancen los siguientes objetivos:

- Los comités y las áreas de la matriz deben coordinar las estrategias de gestión y homogeneizar las políticas y procedimientos de control de riesgos dentro de las distintas macrounidades que componen el grupo.
- Los comités y las áreas de la matriz deben asegurarse de que sus homólogos en cada una de las macrounidades cumplen adecuadamente todas sus funciones, dentro de los parámetros establecidos para cada una de ellas desde la matriz.
- La estructura estratégica de cada macrounidad debe tener información exhaustiva sobre la gestión y el control de riesgos en su macrounidad y, a la vez, la estructura estratégica de la matriz debe estar convenientemente informada sobre los aspectos más relevantes relacionados con la gestión y el control de riesgos de todas las macrounidades que conforman el grupo.

El diseño de una estructura organizativa de este tipo debe ser equilibrado, es decir, debe existir la flexibilidad suficiente para no coartar la gestión interna en cada una de las macrounidades, pero también debe existir la coordinación necesaria para que la matriz tenga un control adecuado sobre las mismas. Factores importantes que condicionan las relaciones de dependencia entre la matriz y una macrounidad son la naturaleza, el tamaño y la autonomía de esta última. Por ejemplo, normalmente tiene menos autonomía en la gestión y es más dependiente de la matriz una sucursal o una oficina que una entidad que forma parte del grupo (por ejemplo un banco que ha sido adquirido por la matriz).

### **Recomendaciones de los estándares internacionales sobre estructura organizativa**

#### *Recomendaciones del Grupo de los Treinta*

- Las entidades deben utilizar los instrumentos derivados de forma coherente con las políticas de gestión de riesgos aprobadas por el consejo.
- Las políticas de gestión de riesgos deben estar actualizadas, de forma que observen los cambios en los mercados y en la propia entidad.
- La alta dirección debe aprobar los procedimientos y controles necesarios para garantizar la implantación de las políticas de gestión de riesgos; y el resto de la organización debe cumplirlos.
- Las entidades deben disponer de una función de control del riesgo de mercado independiente, la cual debe tener las siguientes responsabilidades:
  - Desarrollar políticas para establecer límites de riesgo de mercado, así como controlar su cumplimiento.
  - Diseñar escenarios extremos y analizar del comportamiento de las carteras ante dichos escenarios.
  - Analizar los resultados obtenidos en función de la contribución de cada componente de riesgo.
  - Definir las metodologías y modelos de medición de riesgos de mercado.
  - Analizar la validez de los modelos utilizados, mediante el análisis histórico de los valores que se predijeron y los que se obtuvieron realmente (*back testing* o comprobación retrospectiva).

- Revisar y aprobar los modelos de valoración utilizados por el las áreas de contratación (*front office*) y operaciones (*back office*), así como definir procedimientos de conciliación, si los sistemas utilizados por dichas áreas son diferentes.
- Las entidades deben disponer de una función de control del riesgo de crédito independiente, la cual debe tener las siguientes responsabilidades:
  - Aprobar las metodologías de medición de la exposición crediticia.
  - Establecer límites de riesgo de crédito y controlar su cumplimiento.
  - Revisar las concentraciones de crédito.
  - Revisar y controlar los acuerdos de reducción de riesgo de crédito (por ejemplo, garantías).

#### *Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados*

- La alta dirección de las entidades debe definir explícitamente, el tipo de negocios en los que quieren operar y el nivel de riesgos que se quieren asumir.
- La alta dirección de las entidades debe aprobar un documento en el se recojan las políticas de gestión de riesgos. En dicho documento deben reflejarse las siguientes cuestiones:
  - Productos y negocios autorizados
  - Límites de riesgo de mercado y de crédito
  - Estructura e independencia de las áreas de gestión y control.
  - Controles y procedimientos que garanticen el cumplimiento de las políticas establecidas.
- Las entidades deben requerir periódicamente una revisión independiente (auditoría externa) para garantizar que las políticas de gestión de riesgo están siendo adoptadas y los procedimientos de control están establecidos.

#### *Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales*

- Para gestionar y controlar los riesgos, las entidades deben definir políticas y procedimientos apropiados a la naturaleza y complejidad de los negocios en los que operan.
- Las entidades deben contar con una unidad, independiente de las unidades de negocio, que debe ser la responsable del diseño, administración e implantación de las políticas y procedimientos de control de riesgos. Entre las funciones de la unidad de control están las siguientes:
  - Informar periódicamente a la alta dirección sobre el riesgo de mercado y de crédito al que está expuesta la entidad.
  - Controlar que las unidades de negocio no sobrepasan los límites de riesgo de mercado y de crédito impuestos por los órganos directivos de la entidad e informar de los excesos.
  - Definir las metodologías que se deben utilizar para medir los riesgos.
- La dirección de las entidades debe aprobar las políticas y procedimientos de control y gestión de riesgos definidos por la unidad correspondiente.
- La dirección de las entidades se responsabilizará de que existe la estructura organizativa adecuada y de que dispone de los medios necesarios para que se puedan ejecutar las políticas y procedimientos de gestión de riesgos que se han aprobado.
- Las entidades deben someterse periódicamente a auditorías internas y externas de las políticas, procedimientos, metodologías y sistemas empleados para el control y gestión de los riesgos.

*Página en blanco a propósito*

## Capítulo 3

# Gestión y control del riesgo de mercado

### Perspectiva

Volviendo a los orígenes del presente manual, no hay que olvidar que el objetivo final de cualquier compañía es la *creación de valor* para la sociedad en general y para sus accionistas en particular y que, para ello, asume una serie de riesgos de negocio que debe gestionar de una manera eficiente.

En consecuencia, la gestión de los riesgos de la compañía se revela como el eje estratégico de ésta y se convierte en el vehículo generador de la creación de valor. Por tanto, debe ser una actividad sometida a una estrecha vigilancia por parte de la alta dirección, que debe definir el marco de actuación en el que dicha actividad se desarrollará y estar segura de que se cumplen las políticas que definen dicho marco. Es en este punto donde se hace necesaria la función de control de los riesgos como garante de la correcta implantación de la estrategia de gestión de riesgos aprobada por el comité ejecutivo y sancionada por el consejo de la compañía.

Como ya se indicó en el capítulo 2, desde el punto de vista de la gestión de los riesgos, las funciones de gestión y control deben estar desagregadas con el fin de evitar situaciones de *juez y parte* que puedan conducir a una gestión inadecuada de los riesgos asumidos y a la consiguiente destrucción de valor para el accionista.

Desde un punto de vista general, la estrategia aprobada se traducirá en una asignación de recursos (capital) y en la definición del marco de actuación. En el caso de los riesgos de mercado y de crédito, este entorno se materializa mediante la implantación de una estructura de límites que garantice que los riesgos son asumidos según la estrategia de la compañía. Esta estructura será vigilada y controlada por la función de control, mientras las áreas de negocio encargadas de la gestión de los riesgos tomarán sus decisiones dentro de ella y con el objetivo de maximizar sus resultados. Así, para la definición e implantación de la estrategia de gestión de riesgos de la entidad se deben seguir los siguientes pasos:

- **Selección de los riesgos:** En primer lugar se deberán seleccionar los negocios en los que se asumirán los riesgos, identificando claramente los factores del mercado que determinarán el comportamiento del valor de cada una de las unidades (*factores de riesgo*). Para cada uno de estos se procederá a analizar su comportamiento pasado y sus expectativas futuras de manera que se pueda estimar el orden de magnitud del riesgo que introduce.
- **Asignación de capital:** Tras identificar los factores de riesgo y su contribución al riesgo global de la entidad, se procede a la asignación de recursos a cada una de las unidades de negocio y para cada uno de los factores de riesgo en función del perfil de riesgo que caracteriza a la entidad. Estos recursos, como ya se ha indicado, se materializarán en una estructura de límites que definirá el marco de actuación en el que podrá operar cada una de las unidades y que permitirá a estas comenzar su actividad.

- **Gestión de riesgos:** Cada unidad de negocio gestionará los recursos asignados de la manera más eficiente posible en función de los límites definidos, su conocimiento de los mercados y las expectativas sobre la evolución de los factores de riesgo en los que actúan. Como es lógico, cada unidad mantendrá la libertad de actuación en cuanto a los riesgos que desea asumir, siempre que sean compatibles con los seleccionados previamente y no contribuyan al riesgo de la entidad por encima de los límites establecidos por esta.
- **Control de límites:** Con el fin de garantizar el cumplimiento de las políticas de gestión de riesgos definidas y una vez comenzada la operativa de las unidades de negocio, se procederá a controlar que los riesgos asumidos cumplen con la estructura de límites establecida. Esta labor deberá ser realizada manteniendo la independencia con respecto a las unidades de negocio, y según los procedimientos establecidos en el caso de que se produzcan excesos sobre dicha estructura.

En cualquier caso, el objetivo es claro: garantizar que se implanta la estrategia de la compañía asumiendo riesgos y gestionándolos de una manera eficiente, pero sin tomar más nivel de riesgo que el aprobado.

Una vez presentado el esquema general, el objeto de este capítulo se centrará en el desarrollo de las técnicas y procedimientos para el control y la gestión del riesgo de mercado. Se definirá *riesgo de mercado* como la posibilidad de que se produzca una pérdida debido a un movimiento adverso de las variables de mercado que determinan el valor de la compañía, tales como tipos de interés, tipos de cambio, cotizaciones de acciones, precios de mercancías, etc.

En los siguientes puntos de este capítulo se desarrollarán, aplicados a la problemática concreta del control y la gestión del riesgo de mercado, los temas tratados anteriormente. Se seguirá el siguiente esquema:

- **Identificación de los riesgos:** Este punto tratará sobre los distintos factores de riesgo a los que pudiera estar sometida la entidad por sus operaciones actuales o por las que pudiera realizar en el futuro, cuantificando el efecto de cada uno de ellos sobre el valor de la cartera. Si una entidad estuviera operativa pero no hubiera implantado una sistemática de gestión de riesgos debería realizar este análisis previamente a su entrada en vigor.
- **Control de riesgos:** Recoge todas las funciones asociadas con la definición del marco en el que operarán cada una de las unidades de la entidad y la verificación de su cumplimiento una vez que se encuentren operativas.
- **Gestión de riesgos:** En este punto se presentarán algunas de las técnicas disponibles para la gestión de los riesgos asumidos por la entidad en función de las expectativas de evolución de los distintos factores de riesgo.

Estas tareas estarán en algunos casos bajo la responsabilidad exclusiva de un área o un departamento, mientras que en otros deberán ser tareas conjuntas de varias áreas. Así, el control de límites será responsabilidad del área de análisis y control de riesgos y la gestión será responsabilidad de las unidades de negocio. Sin embargo, la identificación de los factores de riesgo, su contribución al riesgo total de la entidad y la definición de los límites constituyen el eje principal de la estrategia de la organización y, por tanto, deberán contar con el compromiso de todas las áreas, que estarían encargadas de dar soporte a los distintos comités en el proceso de definición de la estrategia hasta el momento de su aprobación final por parte del comité ejecutivo.

## Identificación de los riesgos de mercado

Antes de implantar una estrategia de gestión de riesgos es imprescindible la identificación y el análisis de cada uno de los factores de riesgo de mercado a los que se encontraría expuesta la entidad en función de la estrategia de negocio que pretende desarrollar. Si ya estuviera operando se deberán analizar los factores de riesgo a los que se encontrase sometida la entidad en esos momentos.

Para el desarrollo posterior se partirá del supuesto de una entidad que pretende implantar una estrategia de gestión de riesgos que le permita controlar y hacer más eficiente su cartera actual y al mismo tiempo analizar el impacto de las nuevas estrategias que desea desarrollar. Así, antes de implantar estas nuevas estrategias de negocio se deberán comprender los factores de riesgo a los que se encuentra expuesta la cartera actual y entender las implicaciones que sobre el valor global de esta tendrían las nuevas decisiones. Por tanto, los pasos a seguir para tener una visión completa de los riesgos asumidos por la entidad serían:

- **Identificación de los factores de riesgo:** La condición necesaria para una correcta definición de la estrategia de riesgos es la identificación clara de los factores de riesgo que determinan las variaciones de valor de la cartera. Ello requerirá un conocimiento profundo de todos y cada uno de los productos en los que la entidad estuviera operando. En el caso de que todavía no existiese actividad y se estuviese definiendo la estrategia de negocio, este análisis se realizará sobre los negocios potenciales en los que la entidad tuviera intención de operar.
- **Mapa de posiciones:** Mostraría, a través de posiciones equivalentes<sup>1</sup> a las posiciones reales, la sensibilidad del valor de la cartera ante variaciones en el valor de los factores de riesgo que las definen. Este análisis permitiría de una forma muy sencilla entender donde se encuentra concentrada la cartera y calcular rápidamente la repercusión sobre la cuenta de resultados de un movimiento en el mercado. Sin embargo, no daría una medida homogénea del riesgo ya que se estarían mostrando comportamientos parciales, cuando realmente los factores se encuentran relacionados y no evolucionan de una manera independiente. Por tanto, se haría necesario incluir un análisis adicional que tenga en cuenta estas relaciones.
- **Mapa de pérdidas y ganancias:** Este análisis partiría de suponer unos determinados comportamientos en los factores de riesgo y determinar el comportamiento de la cartera total o de una parte de ella. El resultado final sería la obtención de un conjunto de escenarios posibles de variación de valor que tendrían asignada una determinada probabilidad de ocurrir. Una vez definido el mapa de pérdidas y ganancias se definirán una serie de medidas de rentabilidad-riesgo asociadas al mismo y que resumirán sus características principales. Es aquí donde se incluirían los conceptos de capital en riesgo y rendimiento ajustado según riesgo (RORAC).

En el caso de la apertura de un nuevo negocio se deberían seguir realizando los dos análisis de cartera anteriores en función de los recursos (capital) que se estuviera pensando en asignar a cada uno de los negocios o factores de riesgo. Esto permitiría comprender a la alta dirección de una manera clara cuales serían los riesgos reales a los que se vería expuesta la entidad en caso de aprobarse finalmente la estrategia de negocio.

<sup>1</sup> Dos posiciones se consideran equivalentes cuando su valor varía en la misma cantidad y signo por variaciones en los factores de riesgo que lo determinan.

Además de definir los factores de riesgo a los que se encuentra expuesto el valor de la entidad es necesario analizar los instrumentos disponibles en el mercado, o aquellos que puedan desarrollarse, para realizar coberturas, parciales o totales, de los riesgos que presente la entidad. El estudio de estos instrumentos deberá completarse con un análisis de sus costos asociados así como su liquidez y disponibilidad en situaciones de crisis. El conocimiento profundo de los mercados en los que opera la entidad y de los productos disponibles es condición necesaria para una gestión eficiente de los riesgos de la entidad.

## FACTORES DE RIESGO DE MERCADO

Para cada una de las unidades de negocio es preciso identificar los factores de riesgo que condicionan su valor y que caracterizan su comportamiento. Desde un punto de vista de los riesgos de mercado, estos factores vendrán definidos por las variables que determinen el comportamiento de los mercados financieros: tipos de interés, tipos de cambio, cotizaciones de acciones, precios de mercancías, volatilidades, variables macroeconómicas, etc. En los siguientes puntos se analizará cada uno de ellos indicando bajo que condiciones estaría expuesto el valor de la entidad a estos factores de riesgo.

De una forma general, las variaciones de valor de un negocio al modificarse las condiciones del mercado se podrán originar desde cuatro niveles:

- Activo: Las inversiones del negocio ven variar su valor por una variación en las condiciones del mercado. Por ejemplo, una cartera de valores negociados en Bolsa estará sujeta a la evolución de sus cotizaciones.
- Pasivo: La financiación de la compañía se verá favorecida o perjudicada por la evolución de las condiciones de mercado. Así, una financiación a tipo fijo se vería favorecida por una subida de los tipos de interés ya que la compañía se estaría financiando a unas condiciones más ventajosas que las que podría obtener. Sin embargo, si la financiación se encuentra a tipo variable, se vería perjudicada al tener que hacer frente a unos pagos por intereses mayores que reducirían su cuenta de resultados.
- Fuera de balance: Las operaciones consideradas como fuera de balance también se verán afectadas de igual forma por los cambios en las condiciones del mercado. Así, una operación de seguro de cambio generará beneficios o pérdidas según fluctúe la cotización del tipo de cambio entre las divisas contratadas.
- Cuenta de resultados: La cuenta de resultados del negocio podrá verse afectada por variaciones en las condiciones de mercado si estas afectan al margen del negocio. Por ejemplo, en el negocio de banca comercial el nivel general de los tipos de interés determina el diferencial existente entre las captaciones de pasivo y los créditos concedidos.

En los puntos siguientes se analizará cuándo un negocio está expuesto a los distintos factores de riesgo de mercado y su influencia sobre el valor del negocio. Así, los factores de riesgo que se analizarán serán:

- Tipos de interés
- Tipo de cambio
- Cotizaciones de acciones
- Cotizaciones de mercancías

Se tratará cada uno de los factores de riesgo de manera independiente, sin considerar las relaciones reales entre ellos, aspecto que se incluirá al considerar el efecto conjunto de todos los factores. Así, por ejemplo, una caída de los tipos de interés se traduce en subidas en la cotización de las acciones. Sin embargo, a efectos de la identificación de los riesgos que caracterizan el valor del negocio se tratará por separado el riesgo de tipo de interés y el riesgo de acciones. El objeto es construir de manera progresiva el mapa de riesgo global del negocio. En primer lugar se definirá el mapa de posiciones en función de los distintos factores de riesgo y posteriormente se relacionarán estos para obtener el mapa de pérdidas y ganancias.

### Riesgo de tipo de interés

Una entidad o negocio se encuentra expuesta a riesgo de tipo de interés cuando su valor depende del nivel que tengan ciertos tipos de interés en los mercados financieros. Una entidad o negocio estará expuesta a riesgo de tipo de interés cuando:

- La variación del valor de mercado de los activos frente a un cambio en los tipos de mercado no coincida con la variación del valor de mercado de los pasivos y esta diferencia no se halle compensada por la variación en el valor de mercado de los instrumentos fuera de balance.

Las diferencias entre las sensibilidades de los activos y los pasivos tendrán lugar cuando existan diferencias en los importes por plazos, en los calendarios de amortización, en el tipo de referencia de los cupones (fijo o flotante), en la calidad crediticia de los instrumentos, en las características de los instrumentos (por ejemplo, la existencia de opciones implícitas que permitan cancelar anticipadamente o prolongar la vida de dichos instrumentos), etc.

- El margen futuro, debido a operaciones pendientes, dependa de los tipos de interés.

Sin embargo, no existe un único factor de riesgo asociado a los tipos de interés, sino que para cada uno de los mercados financieros hay asociada una estructura temporal de tipos de interés, de manera que habrá que identificar exactamente a cuáles de estos se encuentra expuesta la entidad. Así, una entidad podría tener invertido su activo en productos de renta fija norteamericanos a 1 año y 10 años y en instrumentos de renta fija mexicanos a 3 meses. En consecuencia, el valor del activo estaría expuesto a la evolución de tres factores de riesgo: tipos a corto y a largo plazo en Estados Unidos y tipos a corto plazo en México.

Por tanto, se deberán identificar cada uno de los factores de riesgo de tipos de interés que determinan el valor del negocio. Por ejemplo, suponiendo que la estructura temporal se agrupase en cada mercado en tres tramos (corto, medio y largo plazo) se tendrían que definir los elementos de la matriz de los que depende el valor del negocio.

#### Identificación del riesgo de tipo de interés

	Mercado 1	Mercado 2	...	Mercado n
Corto plazo	✓			✓
Medio plazo		✓		✓
Largo plazo		✓		

Es importante señalar en este punto que aunque todos los factores recogidos en el esquema anterior se refieren a riesgo de tipo de interés, cada uno de ellos tiene un comportamiento propio y se pueden producir, como de hecho sucede, movimientos no paralelos de la estructura temporal de tipos de interés. Por tanto, es fundamental identificar en qué plazos presentaría la entidad riesgo de tipo de interés ya que no se comportan de igual forma los tipos de interés a corto plazo, determinados principalmente por la política monetaria del Banco Central, y los tipos de interés a largo plazo, que reflejan las expectativas de los agentes del mercado.

### **Riesgo de acciones**

Una entidad o negocio se encuentra expuesta a riesgo de acciones cuando su valor depende de la cotización de determinadas acciones o índices de acciones en los mercados financieros.

Una entidad estará expuesta a riesgo de acciones cuando posea inversiones en otras compañías, independientemente de que estas se haya realizado con fines especulativos o para intervenir en su gestión, o cuando posea instrumentos derivados cuyo subyacente esté expuesto a riesgo de acciones.

### **Riesgo de mercancías**

Una entidad o negocio se encuentra expuesta a riesgo de mercancías cuando su valor depende de la cotización de determinadas mercancías en los mercados internacionales.

Existe riesgo de mercancías cuando la entidad:

- Tiene inversiones en mercancías, ya sea con fines especulativos o por su propia actividad.
- Tiene posiciones en instrumentos derivados cuyo subyacente está expuesto a riesgo de mercancías
- Una mercancía determinada interviene de manera significativa en su proceso productivo.
- La mercancía considerada es sustitutiva de uno de sus productos.

### **Riesgo cambiario**

Una entidad o negocio se encuentra expuesta a riesgo cambiario cuando su valor depende del nivel que tengan ciertos tipos de cambio entre divisas en los mercados financieros.

Una entidad estará expuesta a riesgo cambiario cuando:

- El valor actual de sus activos en cada divisa no coincida con el valor actual de los pasivos en la misma divisa y la diferencia no esté compensada por instrumentos fuera de balance.
- Tenga posiciones en productos derivados cuyo subyacente estuviera expuesto a riesgo de cambio y no se haya inmunizado completamente la sensibilidad del valor frente a variaciones en los tipos de cambio.
- Esté expuesta a riesgo de interés, de acciones o de mercancías en divisas distintas de su divisa de referencia, que puedan alterar la igualdad entre el valor del activo y el pasivo en dicha divisa y que generen pérdidas y ganancias.

- Su margen dependa directamente de los tipos de cambio, por ejemplo, al tener que importar materias primas.
- Su negocio se vea afectado por competidores cuyos costos dependen de otras divisas (importadores/exportadores)

## EL VALOR DEL NEGOCIO

En los puntos anteriores se han identificado los distintos factores de riesgo que influyen, tanto sobre el valor de la entidad como sobre el valor de la cartera. En este punto se clarificarán ambos términos, explicando con mayor amplitud el concepto de *valor del negocio*.

Si sólo existiera la cartera de productos financieros, el valor de la cartera se correspondería con el valor de liquidación de la entidad y sólo se estarían analizando las variaciones en el valor de liquidación ante movimientos en los factores de riesgo. Sin embargo, si se supone que la entidad está en funcionamiento y que, por tanto, será capaz de generar unos beneficios futuros por la gestión de los riesgos que asume, la entidad tendrá asignado un valor del negocio que no tiene porqué estar relacionado con el valor de liquidación de su cartera. Como ya se indicó en el punto los factores de riesgo no sólo influyen en el valor de la entidad a través de las posiciones de activo y pasivo (*valor de liquidación*) sino que también lo pueden hacer a través de su influencia en la cuenta de resultados de la entidad (*valor del negocio*). Esta situación se vería claramente en el siguiente ejemplo.

*Supongamos una entidad financiera que capta fondos de clientes a través de cuentas corrientes que remunera diariamente al 3% anual y que los fondos disponibles los invierte en depósitos interbancarios a un día remunerados al 5% anual. Si esta entidad realiza esta operativa de manera continuada y diaria generaría un resultado al final del año igual al 2% del saldo medio que hubiera tenido a lo largo del año. Si se calculase el valor de liquidación de la compañía este sería igual a cero ya que si todos los clientes retirasen sus fondos la entidad no tendría que colocarlos en depósitos interbancarios a un día. Por otra parte, su cartera de instrumentos no estaría expuesta a riesgo de mercado, ya que las operaciones se realizan con vencimiento diario y con un importe igual a los fondos existentes en las cuentas corrientes. Sin embargo, ¿quiere esto decir que el negocio no tiene ningún valor? Evidentemente, no. La capacidad de captar al 3% y colocar al 5% tiene un precio, que se calcularía descontando la estimación de márgenes futuros que generaría la entidad a los tipos de interés existentes en el mercado. Este sería el valor del negocio. Por tanto, se habría llegado a una situación en el que el valor de liquidación del negocio sería nulo, mientras que el valor del negocio no lo es.*

Una vez visto el ejemplo anterior, surge una nueva pregunta. ¿Está expuesto el valor del negocio a riesgo de mercado? La respuesta es que sí. La razón estriba en que el valor futuro será función, por una parte, de los flujos de caja futuros y, por otra, de los factores de descuento empleados para calcular su valor actual. Los flujos de caja futuros serán función a su vez de la evolución de los distintos factores de riesgo.

*Así, volviendo al ejemplo anterior, si los tipos de interés suben es probable que la diferencia entre los tipos de activo y pasivo aumente también, mientras que si bajan tendrá lugar el efecto contrario. Adicionalmente, habrá que analizar también cuál será la evolución de los saldos de activo y pasivo según el nivel de los tipos de interés del mercado. El conjunto de los dos comportamientos determinará la evolución de la cuenta de resultados del negocio.*

Por tanto, el *valor del negocio* también dependerá de la evolución de los factores de riesgo y presentará una sensibilidad ante movimientos de estos. En consecuencia, no sólo habrá que gestionar el riesgo de mercado asociado al valor de liquidación de la cartera de instrumentos, sino que habrá que gestionar también el riesgo de mercado vinculado al valor del negocio.

Este planteamiento se debería generalizar a cualquier tipo de entidad y no sólo a las financieras. Así, si los resultados de una compañía fueran muy dependientes del precio de una determinada mercancía y existe un mercado en el que se negocien instrumentos financieros derivados cuyo subyacente fuera dicha mercancía, la dirección de esta compañía podría decidir tomar una posición en dichos instrumentos que le permitiera cubrir el valor de su negocio si así lo considerase oportuno.

La forma de hacerlo sería la misma en ambos casos. Así, al igual que se haría con el valor de una cartera habría que identificar cuáles son los factores de riesgo que condicionan el *valor del negocio* y cuantificar su influencia. Así, para cada uno de los factores de riesgo identificados debería generarse un mapa de sensibilidades similar al de una cartera de instrumentos financieros

Mapa de sensibilidades		
Factor de riesgo	Sensibilidad	Unidades
Factor de riesgo 1	Sensibilidad <sub>1</sub>	$u_1$
Factor de riesgo 2	Sensibilidad <sub>2</sub>	$u_2$
...	...	...
Factor de riesgo n	Sensibilidad <sub>n</sub>	$u_n$

donde la *sensibilidad* vendría dada por la variación en el *valor del negocio* ante variaciones en cada uno de los factores de riesgo identificados. No obstante, el análisis que se requiere para determinar estas sensibilidades es más complejo que el necesario para una cartera de instrumentos, ya que requiere la comprensión e identificación de todos los factores de riesgo que de una forma u otra influyen en la cuenta de resultados de la entidad.

En el capítulo 4, dedicado al riesgo de mercado en el negocio de banca comercial, se analizará con mayor detalle esta problemática.

Una vez obtenido el mapa de sensibilidades, la decisión de cubrir o no cubrir el *valor del negocio* recaería en la alta dirección de la compañía. Sin embargo, si se decidiera cubrir parte del valor, dispondría de las herramientas necesarias, ya que la cartera de cobertura se obtendría a partir del mapa de sensibilidades igual que para una cartera de instrumentos y empleando los mismos instrumentos representativos para calcular las posiciones equivalentes. La cobertura realizada estaría sujeta a la misma problemática ya indicada.

A partir de este punto, y una vez expuestas las diferencias entre el valor de la cartera y el valor del negocio se pasará a analizar las distintas herramientas para determinar el mapa de riesgo de una cartera y su aplicación en la gestión y control del riesgo de mercado.

## MAPA DE RIESGO GLOBAL

Considerando una entidad que posee una cartera de productos financieros, la evolución de ésta estará sujeta a las variaciones a las que se vean sometidas los distintos factores de riesgo a los que esté expuesta. Por tanto, una vez identificados los factores de riesgo asociados al valor de la entidad será necesario:

- Cuantificar la contribución de cada uno de ellos a dicho valor
- Cuantificar la influencia de las variaciones de un determinado factor sobre el valor de la entidad.
- Cuantificar la influencia de variaciones conjuntas de varios factores sobre el valor de la entidad
- Cuantificar el comportamiento del valor de la entidad en función del comportamiento estimado para todos los factores de riesgo en su conjunto.

El objetivo de la construcción del mapa de riesgo global de la entidad será dar respuesta a todos los puntos anteriores de forma que pueda emplearse como una herramienta básica en la toma de decisiones al:

- Clarificar la dependencia entre las variaciones en el valor de la entidad y las posiciones en cada uno de los factores de riesgo.
- Medir el nivel de riesgo asumido

Para ello, se construirán las dos herramientas siguientes:

- Mapa de posiciones: La elaboración del mapa de posiciones de la entidad permitiría cuantificar la contribución de cada uno de los factores al valor de la entidad, así como, cuantificar las variaciones en el valor de ésta por variaciones en las condiciones del mercado. De esta forma, suponiendo distintos escenarios para los factores de riesgo se podría calcular el valor de la entidad en cada uno de ellos. Sin embargo, faltaría por incluir el comportamiento real de los factores.
- Mapa de pérdidas y ganancias: Una vez conocido el mapa de posiciones de la entidad ya se tiene un conocimiento muy claro de la composición de la cartera y de cómo le afecta una determinada variación en los factores de riesgo. Sin embargo, el mapa de posiciones no es más que un resumen elaborado de los instrumentos que componen la cartera de la entidad pero no indica el nivel real de pérdidas que podría sufrir la entidad, ya que no tiene en cuenta los comportamientos que sigue cada uno de los factores. No obstante, introduciendo estos comportamientos en el mapa de posiciones se obtendrá el comportamiento del valor de la entidad y, por tanto, el riesgo real de pérdidas (dadas las condiciones reales del mercado) del valor de la entidad.

### **Mapa de posiciones**

El objetivo que se pretende con la elaboración del mapa de posiciones de la entidad es conocer y cuantificar la influencia sobre el valor de ésta de cada uno de los factores de riesgo a los que estuviera expuesta, para lo cual se definirán una serie de medidas de riesgo que cumplan este objetivo.

#### *Posición nominal*

La primera medida de riesgo que se podría considerar sería la posición nominal de cada uno de los instrumentos financieros de nuestra cartera, pero presentaría los siguientes inconvenientes:

- El valor nominal de un instrumento no es más que un valor de referencia del mismo, que indica el volumen que se posee de dicho instrumento, pero que no ofrece mayor información sobre los factores de riesgo de los que depende.
- Por otra parte, la posición nominal no tiene el mismo significado para todos los instrumentos, de forma que no permite comparaciones ni agregaciones. Así, dos instrumentos con la misma posición nominal no están sujetos al mismo riesgo. Una posición nominal de US\$ 1.000 en bonos brasileños no presenta el mismo riesgo que la misma posición nominal en bonos del tesoro estadounidenses.

No obstante, no todo son inconvenientes. Conocer de una manera continua la posición nominal en cada uno de los instrumentos es condición necesaria, aunque no suficiente, para poder construir medidas de riesgo más fiables.

En el caso de una cartera de instrumentos homogéneos (por ejemplo, distintos instrumentos de renta fija en la misma divisa y al mismo plazo), conocer la posición nominal podría ser considerado como una medida del riesgo. Sería una medida muy básica pero, en este caso concreto, podría ser suficiente. Evidentemente, todos los instrumentos de la cartera estarían sometidos a factores de riesgo similares y todos se comportarían de la misma manera ante variaciones de estos factores.

Sin embargo, ni los factores de riesgo a los que se encuentra sometida el valor de una entidad son únicos, ni los instrumentos que lo determinan son homogéneos. Así, si la cartera anterior estuviera compuesta también por instrumentos a corto plazo dejaría de ser homogénea y dependería de dos factores de riesgo distintos. Sin embargo, aún podría seguir empleándose este enfoque si se dividiera en subcarteras homogéneas, una subcartera a largo plazo y otra a corto. Sin embargo, no sería posible agregarlas, ya que, desde el punto de vista de riesgos la misma posición nominal en las dos subcarteras no representaría el mismo riesgo y no podrían combinarse directamente. Por tanto, será necesario seguir buscando medidas adicionales que den una medida más adecuada del riesgo.

### *Valor de mercado*

Como se ha visto, uno de los principales problemas que presenta la posición nominal es que no es posible agregarla cuando los productos no son homogéneos. Sin embargo, cada instrumento tiene un precio al que se podría vender o cancelar. De manera general, multiplicando la posición nominal por dicho precio tendríamos el valor de mercado de cada instrumento, que podría agregarse a cualquier nivel, hasta obtener el valor de mercado total de la cartera. No obstante, al igual que ocurría con la posición nominal, dos instrumentos con el mismo valor de mercado no presentan el mismo riesgo, aunque conocer este también sería una condición necesaria para el desarrollo de medidas más adecuadas. Por otra parte, muchos instrumentos derivados (futuros, FRA, IRS, etc.) presentan un valor de mercado nulo en el momento de su contratación, lo cual no significa que este no pueda sufrir grandes cambios, como así sucede, presentando exposición al riesgo.

Así, conocer tanto la posición nominal como el valor de mercado de la cartera de la entidad son condiciones necesarias para una correcta medición del riesgo, pero insuficientes ya que no serían medidas homogéneas desde el punto de vista de la gestión de riesgos, y por tanto inadecuadas. Desde este punto de vista sería necesaria alguna medida adicional que permita medir y comparar los instrumentos de la cartera de una manera homogénea. Esta medida será la sensibilidad ante los factores de riesgo que determinan el valor de mercado de cada instrumento y de la cartera en su conjunto.

### Sensibilidad a factores de riesgo

Una vez identificados los factores de riesgo a los que está expuesto el valor de la entidad o el negocio se deberá cuantificar la influencia de cada uno de ellos en dicho valor, analizando la sensibilidad que presenta este ante variaciones en el valor de los factores. Así, se definirá la sensibilidad de un instrumento frente al factor de riesgo  $i$  como la variación en el valor de mercado de dicho instrumento ante una variación determinada en el valor del factor, suponiendo que el resto de los factores se mantienen sin cambios<sup>2</sup>:

$$\text{sensibilidad}_i = \frac{\Delta \text{valor}}{\Delta \text{factor}_i}$$

Así, considerando cada factor de riesgo independientemente, un movimiento cualquiera en el valor del factor de riesgo  $i$  se traducirá en una variación en el valor del instrumento, que en primera aproximación se podrá expresar como<sup>3</sup>:

$$\Delta \text{valor} = \text{sensibilidad}_i \cdot \Delta \text{factor}_i^*$$

donde  $\Delta \text{factor}_i^*$  se corresponde con el movimiento que se pretende simular. Teniendo en cuenta que la variación del valor de la cartera vendría dada por la suma de las variaciones de valor de cada uno de los instrumentos, si se sumasen las sensibilidades de cada instrumento frente al factor  $i$  se obtendría la sensibilidad de la cartera ante dicho factor  $i$ .

Por tanto, para cada uno de los factores de riesgo se habría obtenido una medida de riesgo que permitiría agregar los distintos instrumentos independientemente de sus características particulares.

De esta manera, el riesgo de la cartera se expresará como un conjunto de sensibilidades a cada uno de los factores de riesgo. Sin embargo, esta medida no permitiría una agregación a nivel global de todos los riesgos ya que cada una de las sensibilidades estarían vinculadas a un factor de riesgo determinado y cada uno representa un riesgo diferente, que no se puede agregar directamente con el resto.

Estas medidas permitirían simular el comportamiento de la cartera ante variaciones en cada uno de los factores que determinen su valor. Así, suponiendo un movimiento determinado para cada uno de los factores se obtendría, en primera aproximación, la variación total en el valor de la cartera como:

$$\Delta \text{valor} = \sum \text{sensibilidad}_i \cdot \Delta \text{factor}_i^*$$

lo cual podría representarse de forma tabular, indicando cada uno de los factores de riesgo, la sensibilidad ante variaciones de este y las unidades respecto a las que se habría calculado la sensibilidad.

<sup>2</sup> En este punto es importante hacer una primera referencia a la dependencia que existe entre los distintos factores de riesgo. Así, como es bien conocido, la evolución de los tipos de interés condiciona la evolución de la Bolsa, de manera que subidas en los primeros provocan bajadas de la segunda. Sin embargo, a efectos de este punto y con objeto de mantener el concepto tradicional de sensibilidad se supondrá que son independientes. La dependencia entre los distintos factores se considerará posteriormente para determinar el mapa de riesgo global de la entidad.

<sup>3</sup> Este análisis de sensibilidad tiene en cuenta únicamente los términos de primer orden (*duraciones, deltas, etc.*). Sin embargo, en algunos productos, tales como carteras con opciones, los efectos de segundo orden (*convexidad, gamma*) pueden ser muy significativos y deberán tenerse en cuenta a la hora de realizar el análisis. En ese caso, habrá que estudiar el comportamiento del valor ante distintos escenarios de variación de los factores de riesgo.

### Cartera equivalente

La posición real de la entidad, compuesta por numerosos instrumentos y operaciones en múltiples divisas, se ha convertido a través del análisis de sensibilidades anterior en un desglose de sensibilidades por factor de riesgo. Sin embargo, con objeto de facilitar la gestión del riesgo asumido y de la explicación de sus componentes, una práctica habitual del mercado es la construcción de una cartera equivalente a la anterior formada por una serie de instrumentos de referencia, de tal manera que el valor de la cartera real y la equivalente variarían exactamente en la misma cantidad y signo ante un movimiento de los factores.

La cartera equivalente estaría formada por una serie de instrumentos básicos que se relacionan con los factores de riesgo de una manera sencilla y única, esto es, cada instrumento básico dependería de un único factor de riesgo. Estos instrumentos suelen ser los activos de referencia que utilizan los operadores del mercado para negociar el resto de instrumentos, al ser representativos de la evolución del mercado. Así, instrumentos que podrían formar parte de una cartera equivalente, serían los bonos emitidos por el Tesoro de cada Estado en los plazos más representativos, IRS de mercado para cada uno de los plazos o futuros sobre el índice bursátil más representativo de la bolsa de valores local.

Para determinar la cartera equivalente se partirá del mapa de sensibilidades calculado en el punto anterior y se combinará con los instrumentos de referencia para determinar qué cantidad de cada uno de ellos es necesaria para replicar la cartera real desde un punto de vista de riesgos. Así, la posición equivalente de la cartera en el instrumento de referencia  $i$  sería igual a una posición nominal en dicho instrumento de manera que ante una variación dada en el factor de riesgo asociado, la posición equivalente y la cartera variasen su valor en la misma cantidad. Por tanto,

$$N_i \cdot \text{sensibilidad unitaria}_i = \text{sensibilidad}_i$$

donde  $N_i$  sería la posición equivalente en el instrumento  $i$ , *sensibilidad unitaria<sub>i</sub>* sería la variación de valor de una unidad monetaria del instrumento  $i$  al variar el factor  $i$ , y *sensibilidad<sub>i</sub>* sería la sensibilidad de la cartera asociada a la misma variación del factor de riesgo.

Una vez obtenidos los factores de riesgo para cada uno de los instrumentos se completaría el cuadro de sensibilidades con dos columnas adicionales que mostrarían el instrumento escogido como referencia y la posición equivalente a la sensibilidad de la cartera.

Teniendo en cuenta que las posiciones equivalentes son posiciones nominales, lo que se habrá hecho es agrupar la cartera en subcarteras homogéneas definidas por el factor de riesgo. Por tanto, igual que ocurriría con el criterio de posiciones nominales, estos resultados ya no podrán agregarse al ser heterogéneos entre sí.

#### Cartera equivalente

Factor de riesgo	Instrumento	Posición equivalente	Sensibilidad	Unidades
Factor de riesgo 1	Instrumento 1	$N_1$	Sensibilidad <sub>1</sub>	$u_1$
Factor de riesgo 2	Instrumento 2	$N_2$	Sensibilidad <sub>2</sub>	$u_2$
...	...	...	...	...
Factor de riesgo n	Instrumento n	$N_n$	Sensibilidad <sub>n</sub>	$u_n$

Esta herramienta, además de ser necesaria, como se verá posteriormente, para el control de límites, es una herramienta de gestión muy poderosa, ya que, si se contratan realmente las

inversas de las posiciones equivalentes calculadas, el valor de la nueva cartera no varía su valor al variar los factores de riesgo. Se habrá realizado una cobertura sobre la cartera inicial. Además, presenta la ventaja adicional de que los instrumentos que se emplean como referencia suelen ser productos suficientemente líquidos para poder realizar la cobertura y modificaciones sobre ella sin problema. Este aspecto se desarrollará al hablar de gestión del riesgo de mercado.

Tanto el mapa de sensibilidades como el mapa de posiciones equivalentes se considerará que representan el mapa de posiciones de la entidad. De esta forma, se habrán resumido todas las dependencias del valor de la entidad frente a los distintos factores de riesgo en una línea por cada uno de ellos, proporcionando a su vez una posición en un instrumento equivalente con el mismo comportamiento. Así, se habrá conseguido:

- Cuantificar la contribución de cada uno de los factores de riesgo al valor de la entidad.
- Cuantificar la influencia de una variación en un determinado factor sobre el valor de la entidad.
- Cuantificar la influencia de una variación conjunta de varios factores sobre el valor de la entidad

Por tanto, de los cuatro objetivos planteados, el mapa de posiciones da respuesta a los tres primeros. Sin embargo, como se ha visto, el mapa de posiciones no tiene en cuenta el patrón de comportamiento de cada uno de los factores de riesgo, sino que analiza la influencia de estos en el valor de la entidad. Por tanto, el siguiente paso será definir el comportamiento de todos los factores de riesgo en su conjunto y aplicárselo al mapa de sensibilidades para obtener un patrón de comportamiento para el valor de la entidad. Para ello se elabora el mapa de pérdidas y ganancias.

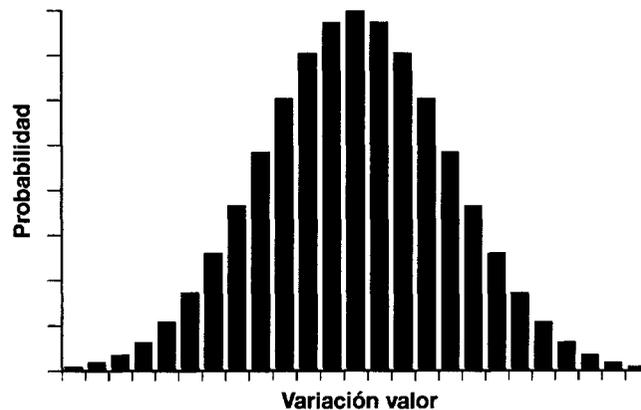
### Mapa de pérdidas y ganancias

El planteamiento en sensibilidades o posiciones equivalentes permite simular fácilmente el comportamiento de la cartera ante distintos escenarios. Sin embargo, ni todos los escenarios son igual de probables ni todos los factores se mueven de manera independiente.

Por tanto, el mapa de posiciones obtenido anteriormente permite conocer la concentración y la sensibilidad del valor del negocio en cada uno de los factores de riesgo. Sin embargo, no permite conocer el riesgo real de pérdidas de la cartera, ya que no tiene en cuenta el nivel de riesgo asociado con cada uno de los factores. Como es evidente, no presentan el mismo riesgo una inversión a corto en Letras del Tesoro de Estados Unidos y una posición en acciones en la Bolsa de México. Así, para completar el esquema anterior sería necesario incluir el patrón de comportamiento de cada uno de los factores de riesgo.

Este patrón de comportamiento se introducirá en forma de distribución de probabilidades, de manera que se asignará una probabilidad de ocurrir a cada posible variación en el factor de riesgo. Sin embargo, el valor del negocio depende de múltiples factores de riesgo, de manera que habrá que analizar el modelo de comportamiento global de todos los factores de riesgo, ya que estos no son independientes y evolucionan de manera conjunta. Por tanto, cada posible combinación de variaciones en los factores de riesgo tendrá una probabilidad de ocurrir y se traducirá en una variación en el valor del negocio. Teniendo en cuenta todas las posibles combinaciones en los factores se obtendrá una serie de variaciones de valor con una probabilidad determinada de ocurrir. Combinando todos los escenarios posibles, y para el periodo de tiempo fijado, cada variación en el valor de la cartera tendrá una determinada probabilidad de ocurrir, lo que mostrará el riesgo real de pérdidas de la cartera (Figura 3-1).

Figura 3-1. Mapa de pérdidas y ganancias



Así, esta información o un resumen de ella, junto con un resumen de la posición, ya sea por su desglose en sensibilidades o a través de la cartera equivalente formarían parte del mapa de riesgos global de la entidad, ya que permitirían, por un lado cuantificar el riesgo real de pérdidas a la que se encontraría sometida la entidad y comprender el comportamiento del valor ante variaciones en los distintos factores de riesgo. Como resumen de la información anterior se definirán una serie de medidas de rentabilidad-riesgo, asociadas al mapa de pérdidas y ganancias, que representen mediante de un valor único el riesgo global de la cartera.

### Medidas de rentabilidad-riesgo

Una vez obtenido el mapa de riesgo de la cartera considerada se definirán una serie de medidas de riesgo y rentabilidad ajustada al riesgo que permitan cuantificar de manera homogénea para todas las operaciones la exposición al riesgo y la tasa de retorno ajustada por riesgo. Estas medidas serían:

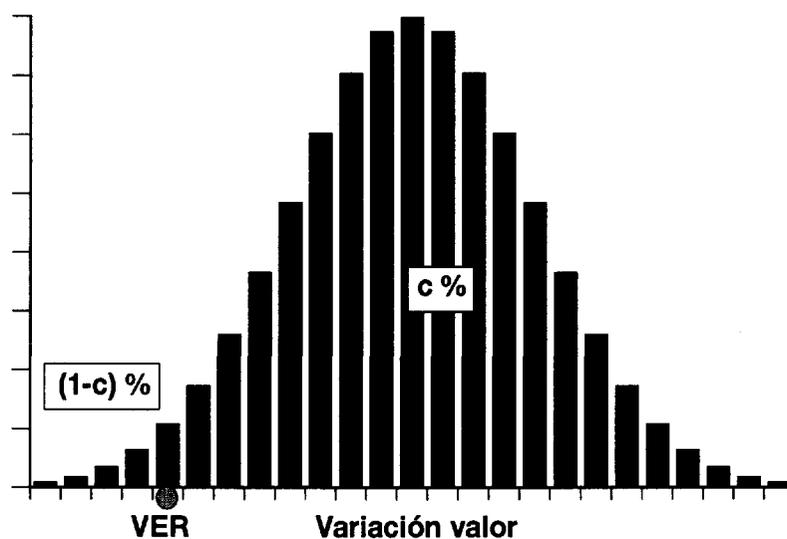
- Valor en riesgo: Máxima pérdida estimada en un intervalo de tiempo, con un determinado intervalo de confianza
- Capital en riesgo: Capital expuesto al riesgo. Será igual al valor en riesgo más los costos financieros asociados a la posición.
- RORAC: Rentabilidad de la posición respecto al capital en riesgo. De esta forma a operaciones con mayor riesgo se exigirán mayores rentabilidades.

En los apartados siguientes se definirán de manera más detallada las medidas de rentabilidad y riesgo anteriores. Las metodologías de cálculo se detallan en el capítulo 9.

### Valor en riesgo

Se definirá el *valor en riesgo* (VER) como la máxima pérdida estimada en el valor de la cartera, durante un periodo de tiempo prefijado y para un determinado nivel de confianza ( $c$ ). El nivel de confianza se definirá como la probabilidad de que no se alcance el nivel de pérdidas definido por el VER. Por tanto, la variación de valor de la cartera estará por encima del VER con una probabilidad del  $c\%$  y se podría incurrir en una pérdida superior al VER con una probabilidad igual a  $(1-c)\%$ , tal y como se muestra en la Figura 3-2.

Figura 3-2. Valor en riesgo (VER)



El VER se expresa habitualmente en valor absoluto, de manera que

$$probabilidad(valor_{inicial} - valor_{final} > VER) = (1 - c)\%$$

La media de la distribución de probabilidades anterior será igual a la variación de valor esperada y la diferencia hasta el VER será la máxima pérdida inesperada. De manera que se cumplirá que:

$$VER = \text{máxima pérdida estimada} = \text{máxima pérdida inesperada} - \text{variación esperada del valor}$$

En este momento es importante señalar que todavía no se ha realizado ninguna hipótesis sobre el tipo de distribución de probabilidades que se empleará para determinar el VER, siendo éste un concepto general para cualquier distribución (normal, lognormal, etc.).

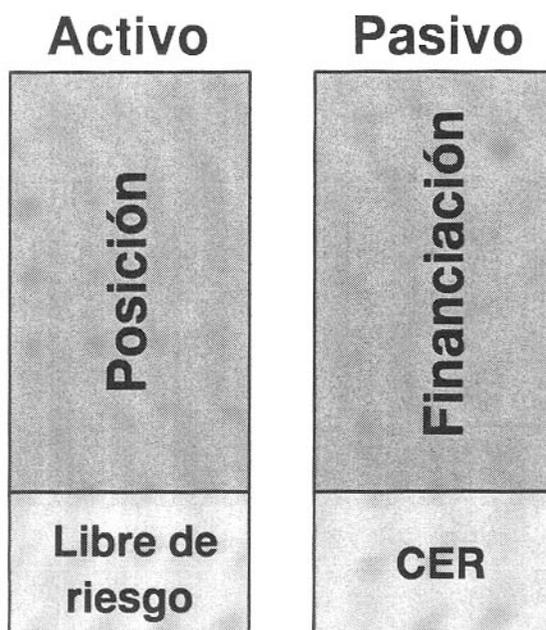
### Capital en riesgo

Cada cartera o instrumento financiero estará situando una parte del capital de la entidad en situación de riesgo, *capital en riesgo* (CER), debido a las pérdidas potenciales que pudieran acontecer sobre dicha posición y que vienen cuantificadas por el *valor en riesgo*.

El capital en riesgo se determinará calculando el capital mínimo que habría que asignar a una posición para no entrar en quiebra en caso de producirse la máxima pérdida estimada.

Para ello habrá que tener presente que la cartera es necesario financiarla, ya sea con recursos propios o ajenos, lo que supone un costo adicional asociado a la posición. Con el fin de tratar todas las carteras con el mismo criterio e independientemente de su financiación real, se considerará que cada posición tiene asignada una financiación con deuda para la totalidad de su valor de mercado. Sin embargo, y dado que la posición puede incurrir en unas pérdidas potenciales, será necesario asignar un capital que proteja a la posición de la quiebra. Este capital asignado se invertirá en activos libres de riesgo, lo que daría lugar a un balance de situación como el mostrado en la Figura 3-3.

Figura 3-3. Financiación y CER asociados a la posición



Así, los resultados asociados al balance total vendrán determinados por la variación de valor en la posición más el pago de intereses de la financiación menos la compensación debida a la inversión del capital asignado. Así, el CER deberá ser el mínimo capital que garantice que se puede hacer frente a las máximas pérdidas posibles y devolver la financiación con sus intereses.

Por tanto, una vez obtenido el valor en riesgo de la cartera, se definirá el capital en riesgo (CER) como la máxima pérdida de valor en la cartera para un determinado nivel de confianza ( $c$ ) y durante un periodo de tiempo prefijado, considerando los costos de financiación de la posición y la compensación de capital durante dicho periodo de tiempo.

$$CER = VER + \text{costos financieros} - \text{compensación de capital}$$

donde la compensación de capital vendrá dada por.

$$\text{compensación de capital} = CER \cdot z_{LR} \cdot t$$

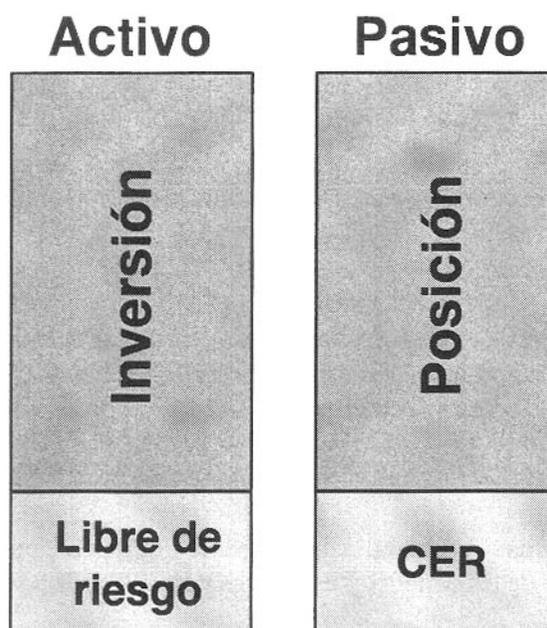
siendo  $z_{LR}$  el tipo de interés simple, libre de riesgo y asociado al plazo  $t$ . Por tanto, el CER se expresará como:

$$CER = \frac{VER + \text{costos financieros}}{1 + z_{LR}t}$$

La expresión anterior indica que el CER asignado a una posición será igual al valor presente de la máxima pérdida potencial en el instante futuro  $t$  debida a la pérdida de valor de la posición y al pago de los intereses de la financiación.

El concepto de capital en riesgo se aplicará por igual a las posiciones de pasivo, de manera que se supondrá que éstas están invertidas en el mercado y que el CER se seguirá invertido en activos libres de riesgo.

Figura 3-4. Inversión y CER asociados a la posición



En este caso,

$$CER = VER - \text{ingresos financieros} - \text{compensación de capital}$$

donde los ingresos financieros son los intereses producidos por la inversión en activos libres de riesgo. Por tanto, el CER se expresará como:

$$CER = \frac{VER - \text{ingresos financieros}}{1 + z_{LR}t}$$

### RORAC

Hasta este punto, únicamente se han establecido medidas de riesgo. El siguiente paso es la inclusión de medidas de rentabilidad, tanto esperada como histórica, que permitan comparar sobre una base común tanto las decisiones de inversión ya tomadas como las que se puedan tomar en adelante, exigiendo mayor rentabilidad cuanto mayor sea el riesgo asumido.

Como una medida posible de rentabilidad-riesgo se considerará la *rentabilidad sobre el capital ajustado según riesgo* o RORAC (del inglés *return on risk adjusted capital*). Para ello se partirá del mismo balance total empleado en el cálculo del CER. Así, el RORAC se definirá como la rentabilidad asociada a la posición, después de impuestos, sobre el capital en riesgo (CER):

$$RORAC = \frac{\Delta \text{valor} - \text{costos financieros} + \text{compensación de capital}}{CER} (1 - \text{tasa impositiva})$$

y, para el caso de una posición de pasivo como:

$$\text{RORAC} = \frac{\Delta \text{valor} + \text{ingresos financieros} + \text{compensación de capital}}{\text{CER}} (1 - \text{tasa impositiva})$$

En caso de que la rentabilidad asociada a la posición fuese negativa, el RORAC sería, en consecuencia negativo y estaría generando un escudo fiscal.

#### *RORAC histórico*

Con el fin de evaluar los resultados obtenidos por una cartera se calculará la variación de valor real en la posición, los costos financieros asociados a la cartera y el CER medio durante el periodo considerado, que permitirá obtener a su vez la compensación de capital.

#### *RORAC esperado*

Si lo que se desea es evaluar la rentabilidad-riesgo de una operación posible, se estimará la variación de valor a partir de los beneficios esperados y el CER de la posición se calculará dadas las condiciones actuales.

#### **Ejemplo**

Supongamos una cartera de instrumentos cuyo valor de mercado es US\$ 100 millones, con una rentabilidad esperada del 7% y una tasa de financiación del 5%, y que se estuviera considerando un horizonte temporal de un año.

Supongamos que se determinó el mapa de riesgo de la cartera y que, con un intervalo de confianza del 99,86%, las máximas pérdidas inesperadas se sitúan en el 20%.

El VER se definió como la máxima pérdida esperada que pudiera acontecer en el horizonte temporal considerado y para el intervalo de confianza especificado. Por tanto, en nuestro caso, la máxima pérdida estimada será igual al 13%. Esto es, las máximas pérdidas inesperadas (20%) menos la rentabilidad esperada (7%). Por tanto, el VER asociado a la cartera será de 13 millones.

Para calcular el CER (Figura 3-5) se tendrán que añadir al VER los costos financieros de la posición, que ascenderán a 5 millones, lo que da unas pérdidas potenciales máximas al final del año de US\$ 18 millones. Sin embargo, como hemos visto, el CER tendrá que cubrir estas pérdidas dentro de un año, de manera que para determinarlo se calculará el valor actual de éstas a la tasa libre de riesgo, que supondremos igual a la tasa de financiación. Así,

$$\text{CER} = \frac{13 + 5}{1,05} = 17,14$$

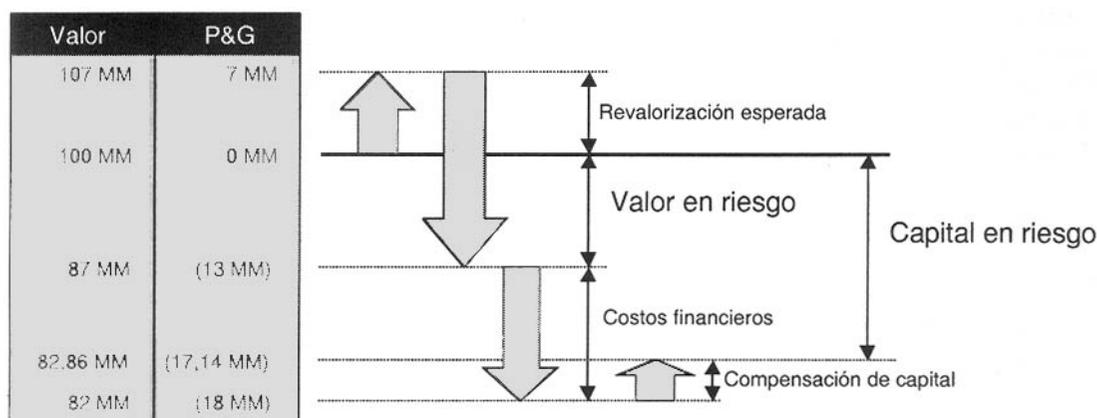
Por último, queda por determinar el RORAC esperado de la cartera. Para ello, supondremos una tasa impositiva del 35%. Los ingresos esperados asociados a la posición serán iguales a la suma de la revalorización esperada más la compensación de capital menos los costos financieros.

Revalorización esperada	=	7,00 millones
Costos financieros	=	-5,00 millones
Compensación de capital	=	0,86 millones (17,14 • 5%)
Total	=	2,86 millones

Lo que daría un RORAC esperado después de impuestos

$$\text{RORAC} = \frac{2,86}{17,14} \cdot (1 - 0,35) = 10,85\%$$

Figura 3-5. Determinación del CER



### Control de riesgo de mercado

Una vez identificados los riesgos a los que se encuentra expuesta la entidad y cuantificados los niveles de riesgo correspondientes, se debe diseñar una estructura de límites que refleje la estrategia que desea implantar la compañía en cuanto a la gestión de los riesgos se refiere. Esta estructura se transformará, a su vez, en una asignación de recursos a las distintas unidades de negocio para que puedan operar según los objetivos definidos por la dirección y en un proceso de seguimiento y control que verifique que no se sobrepasa ninguno de los límites establecidos.

Si bien ambas funciones, la definición de la estructura de límites y su control posterior, se incluyen bajo el concepto de control del riesgo, realmente el diseño de la estructura de límites es parte del proceso de gestión, ya que es la forma de transmitir el tipo y la cuantía de los riesgos que se desea asumir. Por ello el proceso de definición de los límites debe ser aprobado por el comité ejecutivo de la entidad, en base al trabajo de los distintos comités, que reciben soporte de las distintas áreas operativas. Así, el único proceso puro de control es la función de control de límites, que lleva a cabo el área de análisis y control de riesgos.

En los siguientes puntos se tratarán ambas funciones:

- Definición de la estructura de límites
- Control de límites

## ESTRUCTURA DE LÍMITES

La cuestión que surge a continuación es cómo definir dicha estructura. Para ello, habrá que tener presente

- Cuál es la exposición al riesgo que quiere gestionar la entidad de forma global.
- Cuál va a ser la estructura (actual o futura) de unidades de negocio en la que se va a encontrar organizada la entidad.
- Qué tipos de riesgos y en qué cuantías van a ser asumidos en cada una de las unidades.

El primer punto dependerá de los objetivos generales de la compañía, definidos en su estrategia, mientras que el segundo será una cuestión organizativa. Sin embargo, el tercero requiere la cuantificación de los riesgos, para lo cual se han definido con anterioridad diversas medidas que forman parte del mapa de riesgo global de la entidad, ya sea a través del mapa de sensibilidades o a través del mapa de pérdidas y ganancias. Como es lógico, los límites podrían estructurarse en función de cualquiera de estas medidas, de todas o de una combinación de ellas. Será la dirección de la compañía la que, con el soporte de las áreas técnicas de la entidad, considere qué combinación y qué importes serán los más adecuados para reflejar de una manera eficiente la estrategia de riesgos que se pretende implantar.

Como medidas posibles para el establecimiento de los límites se considerarán tres de los conceptos expuestos anteriormente:

- Posición nominal
- Posición equivalente
- Capital en riesgo

Como es lógico, los límites estarán sometidos a las mismas ventajas e inconvenientes que presentan las distintas medidas de riesgo. Adicionalmente, se deberá indicar cómo computarían cada uno de los productos en los que estuviera autorizada la operativa a la hora de calcular los consumos de cada uno de los límites.

Así, se pueden definir tres matrices básicas, asociadas a cada una de las medidas, en las que se recogen los distintos límites establecidos para cada una de las unidades de negocio. Como ya se ha indicado anteriormente, cada unidad de negocio podrá operar libremente dentro del marco definido por sus límites. Por tanto, si la unidad estuviera subdividida a su vez en subunidades, carteras o divisiones equivalentes, el gestor responsable de la primera podrá, según su criterio, distribuir entre estas el límite global siempre y cuando el efecto conjunto no super el límite establecido para la unidad.

### Límites en posición nominal

Para cada una de las unidades de negocio y para cada uno de los productos sobre los que se aplicase este tipo de límites se define una matriz como la siguiente, donde el límite total para cada uno de los productos se obtiene como la suma de los límites de cada una de las unidades. Sin embargo, no es posible establecer un límite total para cada una de las unidades ya que cada uno de los productos representa un riesgo distinto que no puede ser agregado a partir de posiciones nominales.

### Límites en posición nominal

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Producto 1	$LPN_{1,1}$	$LPN_{1,2}$	...	$LPN_{1,u}$	$\Sigma LPN_{1,i}$
Producto 2	$LPN_{2,1}$	$LPN_{2,2}$	...	$LPN_{2,u}$	$\Sigma LPN_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Producto $n$	$LPN_{n,1}$	$LPN_{n,2}$	...	$LPN_{n,u}$	$\Sigma LPN_{n,i}$
Total	NA	NA	NA	NA	NA

La utilidad de este tipo de límites queda restringida al caso de carteras reducidas que operan en los mismos productos de manera sistemática. Sería el caso, por ejemplo, de una unidad que únicamente operase en futuros de mercados organizados y quisiera limitar la posición abierta en cada uno de ellos. Así, para cada uno de los productos, su riesgo vendría caracterizado por un único factor de riesgo. Sin embargo, a medida que aumenta la complejidad de la cartera, este esquema deja de ser útil ya que no es posible combinar productos distintos que se comportan de manera similar ante determinados factores de riesgo.

### Límites en posición equivalente

Para cada una de las unidades de negocio y para cada uno de los factores de riesgo sobre los que se aplicase este tipo de límites se definiría una matriz como del cuadro siguiente.

### Límites en posición equivalente

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Instrumento equivalente 1	$LPE_{1,1}$	$LPE_{1,2}$	...	$LPE_{1,u}$	$\Sigma LPE_{1,i}$
Instrumento equivalente 2	$LPE_{2,1}$	$LPE_{2,2}$	...	$LPE_{2,u}$	$\Sigma LPE_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Instrumento equivalente $n$	$LPE_{n,1}$	$LPE_{n,2}$	...	$LPE_{n,u}$	$\Sigma LPE_{n,i}$
Total	NA	NA	NA	NA	NA

Al igual que ocurría en el caso de los límites en posición nominal no sería posible agregar a nivel global para toda una unidad porque cada instrumento equivalente será función de un factor de riesgo distinto. Sin embargo, este esquema soluciona el problema de las carteras complejas, ya que no establece límites por productos sino por el factor de riesgo al que se encuentran expuestos.

### Límites en capital en riesgo

Para cada una de las unidades de negocio y para cada uno de los factores de riesgo sobre los que se aplica este tipo de límites se define una matriz como la que sigue.

## Límites en capital en riesgo

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Factor de riesgo 1	$LCR_{1,1}$	$LCR_{1,2}$	...	$LCR_{1,u}$	$\Sigma LCR_{1,i}$
Factor de riesgo 2	$LCR_{2,1}$	$LCR_{2,2}$	...	$LCR_{2,u}$	$\Sigma LCR_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Factor de riesgo $n$	$LCR_{n,1}$	$LCR_{n,2}$	...	$LCR_{n,u}$	$\Sigma LCR_{n,i}$
Total	$\Sigma LCR_{i,1}$	$\Sigma LCR_{i,2}$	...	$\Sigma LCR_{i,u}$	

A diferencia de los dos esquemas anteriores, en este planteamiento sí sería posible establecer un límite en capital en riesgo global para cada una de las unidades, para cada uno de los factores de riesgo y para la entidad en su conjunto. La razón estriba en que el capital en riesgo es una medida homogénea para todos los productos al incorporar el patrón de comportamiento de cada uno de los factores de riesgo. Sin embargo, presenta un inconveniente muy importante que es la no aditividad de los resultados obtenidos. Así, el capital en riesgo global de una entidad no es igual a la suma de los capitales en riesgo asociados a cada uno de los factores de riesgo, sino que depende de los coeficientes de correlación entre los distintos factores.

Por tanto, podría darse la situación de que, aun cumpliendo todos los límites parciales para cada uno de los factores, se superase el límite global de la unidad creándose un problema de intereses y metodológico sobre cuál sería el factor de riesgo sobre el que habría que actuar para reducir el riesgo global de la unidad. Asimismo, si los límites por unidad se establecen considerando un cierto grado de diversificación entre las posiciones de las distintas unidades, podría darse el caso de que todas ellas cumplieran sus límites pero el riesgo total excediera el límite total. No obstante, esto no debe llevar a una política de establecimiento de límites basada en considerar "un peor caso" con escasa diversificación entre las unidades, ya que llevaría a una infrutilización del capital.

## CONTROL DE LÍMITES

Una vez puesta en marcha la estructura de límites, será función del área de análisis y control de riesgos verificar y controlar que el nivel de actividad de cada una de las unidades se encuentra dentro de los límites establecidos y que no se excede ninguno de los límites sin la autorización del comité de riesgos de la compañía.

Para ello, la entidad deberá contar con una serie de herramientas que permitan, por un lado, al área de control evaluar los riesgos asumidos por cada una de las unidades según los criterios establecidos en la estructura de límites y, por otro, a los operadores conocer su exposición al riesgo, el consumo de límite que estarían realizando, así como la influencia que sobre éste tendrían las nuevas operaciones que fueran a contratar. Como regla general, las áreas de negocio no podrán contratar, sin autorización, operaciones que supongan un exceso sobre los límites establecidos.

Fundamental para el correcto funcionamiento del proceso de control es el empleo de las mismas metodologías de cálculo en todas las fases involucradas. De nada sirve implantar una estructura de límites definida según unos determinados criterios si éstos no son los mismos empleados por los operadores para evaluar el riesgo que introducirían con sus operaciones y por los analistas de riesgos para controlar el cumplimiento de la estructura de límites.

En caso de producirse un exceso este deberá ser analizado por el área de análisis y control y contrastado con el área de negocio involucrada. En caso de que éste no esté justificado el área

de negocio debe cancelar la operación o cerrar una de sentido contrario que anule el riesgo introducido por la inicial. Si el exceso está justificado deberá ser aprobado por el comité de riesgos.

Para realizar el control de límites se rellenarían las celdas de las matrices anteriores en las que hubiera límites definidos pero con el mapa de riesgo real de cada una de las unidades

#### Consumos en posición nominal

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Producto 1	$CPN_{1,1}$	$CPN_{1,2}$	...	$CPN_{1,u}$	$\Sigma CPN_{1,i}$
Producto 2	$CPN_{2,1}$	$CPN_{2,2}$	...	$CPN_{2,u}$	$\Sigma CPN_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Producto $n$	$CPN_{n,1}$	$CPN_{n,2}$	...	$CPN_{n,u}$	$\Sigma CPN_{n,i}$
Total	NA	NA	NA	NA	NA

#### Consumos en posición equivalente

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Instrumento equivalente 1	$CPE_{1,1}$	$CPE_{1,2}$	...	$CPE_{1,u}$	$\Sigma CPE_{1,i}$
Instrumento equivalente 2	$CPE_{2,1}$	$CPE_{2,2}$	...	$CPE_{2,u}$	$\Sigma CPE_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Instrumento equivalente $n$	$CPE_{n,1}$	$CPE_{n,2}$	...	$CPE_{n,u}$	$\Sigma CPE_{n,i}$
Total	NA	NA	NA	NA	NA

#### Consumos en capital en riesgo

	Unidad 1	Unidad 2	...	Unidad $u$	Total
Factor de riesgo 1	$CCR_{1,1}$	$CCR_{1,2}$	...	$CCR_{1,u}$	$\Sigma CCR_{1,i}$
Factor de riesgo 2	$CCR_{2,1}$	$CCR_{2,2}$	...	$CCR_{2,u}$	$\Sigma CCR_{2,i}$
...	...	...	...	...	...
Factor de riesgo $n$	$CCR_{n,1}$	$CCR_{n,2}$	...	$CCR_{n,u}$	$\Sigma CCR_{n,i}$
Total	$\Sigma CCR_{i,1}$	$\Sigma CCR_{i,2}$	...	$\Sigma CCR_{i,u}$	

construyéndose tres nuevas matrices en las que se indicase el consumo de cada uno de los límites y se resaltasen aquellas celdas en las que este superase el 100%. Adicionalmente, se debería dar un seguimiento especial a aquellos límites que estuvieran infrautilizados, ya que no se estaría asumiendo una parte de los riesgos que la entidad estaba dispuesta asumir. En caso de que hubieran cambiado las expectativas de la compañía, sería conveniente redistribuir los recursos asignados a ese factor de riesgo hacia los factores que la entidad considerase que mejoran en mayor medida el RORAC global de la misma.

## Gestión del riesgo de mercado

El objetivo de las unidades de negocio es maximizar el beneficio generado, partiendo de los recursos asignados y manteniendo el nivel de exposición frente a los factores de riesgo dentro de los límites establecidos por la entidad. Dentro de estos límites las unidades de negocio contarán con libertad de acción para tomar decisiones sobre la gestión de los riesgos actuales y potenciales. Para ello, los operadores de cada una de las unidades construirán sus expectativas en base a la información disponible en el mercado y las materializarán a través de la contratación de las pertinentes operaciones con el resto de agentes del mercado.

Las operaciones contratadas generarán una exposición del valor de la entidad ante los distintos factores de riesgo, que se traducirá en el mapa global de riesgos de la entidad. Como ya se indicó anteriormente, este no es únicamente una herramienta de control, en cuanto permite vigilar el cumplimiento de los límites, sino que debe emplearse también como herramienta de gestión. Habitualmente, las posiciones en instrumentos financieros de cualquier entidad se encuentran formadas por una mezcla de instrumentos heterogéneos, pero dependiente de los mismos factores de riesgo. Así, conocer el mapa de riesgos global de la entidad permite, por una parte, cuantificar la contribución de cada factor de riesgo al valor de la entidad y su influencia al variar, y, por otra, tener una medida del riesgo real a pérdidas de la entidad. La primera función la cubre el mapa de posiciones (cartera equivalente), mientras que la segunda la proporciona el mapa de pérdidas y ganancias.

A partir de las dos herramientas anteriores los gestores serían plenamente conocedores, desde un punto de vista de riesgos, de sus posiciones y de la cantidad de recursos infrautilizados, que no estarían siendo empleados como en un principio aprobó el comité ejecutivo de la compañía. Este conocimiento junto a las expectativas de los gestores sobre la evolución de los distintos factores de riesgo se debería traducir en una serie de decisiones que modificaran el perfil de riesgo de la forma más eficiente para conseguir el objetivo final, la maximización de la rentabilidad sobre el capital arriesgado y la creación de valor para el accionista. No obstante, las decisiones en las que se materialicen estas estrategias deberán estar siempre sujetas a los límites impuestos por la alta dirección de la entidad y no deberán superarse sin su consentimiento, al ser el reflejo del nivel de riesgo que la entidad desea gestionar.

Las dos estrategias básicas de gestión de riesgos que se considerarán serán:

- Posiciones abiertas: Cuando las expectativas de los gestores junto con el mapa de riesgos global de la entidad coloquen a ésta en situación de potencial generadora de beneficios se dejarían posiciones abiertas que tradujeran en beneficios para la entidad el movimiento esperado de los factores de riesgo.
- Coberturas: Cuando la combinación del mapa de riesgos global de la entidad junto a las expectativas de los gestores fuese generadora potencial de pérdidas o se quisiera reducir el riesgo de la entidad se procedería a cubrir la totalidad o parte del valor de la entidad. Así, las nuevas operaciones contratadas variarían de valor en la misma cantidad pero en sentido contrario que el valor de la cartera inicial ante modificaciones en los factores de riesgo.

Como es evidente, la primera opción introduciría una mayor exposición al riesgo que la segunda y no sería más que materializar una visión del mercado en forma de posiciones en determinados instrumentos. Si las expectativas se cumplen, la cartera generaría beneficios, mientras que si estas fueron erróneas se estaría destruyendo parte del valor de la entidad. Por otra parte, la segunda alternativa permitiría mantener el valor de la entidad estable. Si no se

cumplen las expectativas que condujeron a cubrir la cartera, la entidad estaría dejando de generar los beneficios que le hubiese proporcionado la cartera antes de ser cubierta, pero no estaría generando pérdidas. Simplemente, estaría incurriendo en un costo de oportunidad.

A partir de este punto se tratará con más detalle la forma y las implicaciones de la realización de coberturas, al ser la más compleja desde un punto de vista técnico y metodológico, ya que la gestión de posiciones abiertas no sería más que tomar posiciones en instrumentos del mercado que generen beneficios si los factores de riesgo se mueven según las expectativas de los gestores.

Una *cobertura* es una operación o conjunto de operaciones que realizadas sobre la totalidad o una parte del valor de la entidad elimina el riesgo de ésta frente a los factores de riesgo que se hayan seleccionado (*factores de riesgo cubiertos*).

Por tanto, el objetivo de las operaciones de cobertura es garantizar que el valor de la entidad no sufrirá variaciones cuando los factores de riesgo cubiertos varíen su valor, garantizando a su vez la componente de la cuenta de resultados que se vea afectada por dichos factores.

Para realizar este tipo de operaciones es condición necesaria contar con el mapa de riesgos global de la parte de la entidad que se pretende cubrir. Si no se tienen correctamente identificados y cuantificados los riesgos a los que se encuentra sometida la entidad, así como el riesgo real de pérdidas que introducen, será imposible realizar dicha cobertura.

Para analizar las distintas alternativas que podrían presentarse a la hora de realizar una cobertura, así como la problemática asociada, se emplearán las mismas medidas de riesgo utilizadas para la generación del mapa de riesgo global y el establecimiento de la estructura de límites. De hecho, si el gestor está obligado a mantenerse dentro de los límites establecidos debería manejar las mismas medidas que definen a éstos de forma que sea capaz de ajustar el riesgo de su cartera en base a ellos. Así, los dos conceptos principales que se manejan en la gestión de los riesgos son las dos componentes del *mapa de riesgo global*:

- Mapa de posiciones: *cartera equivalente*
- Mapa de pérdidas y ganancias: *capital en riesgo*

Mientras la primera de las herramientas sólo tiene en cuenta la dependencia del valor de la entidad frente a cada uno de los factores de riesgo, la segunda tiene en cuenta el comportamiento de cada uno de los factores.

## **CARTERA DE COBERTURA**

Independientemente de que se pretenda analizar el valor de la entidad en su conjunto o de una parte de ella, el procedimiento para calcular la cartera equivalente será el mismo. Así, una vez definida la cartera a considerar, se analizarán cada uno de sus componentes identificando los factores de riesgo a los que está expuesta para, a continuación, calcular la sensibilidad del valor de la cartera ante variaciones de cada uno de ellos. De esta forma, se obtendría el mapa de sensibilidades de la cartera. Eligiendo, para cada factor de riesgo, un instrumento del mercado que sea representativo de dicho factor se procederá a determinar la posición equivalente. Este proceso lleva a un esquema como el siguiente, en el que se indican las posiciones nominales en cada uno de los instrumentos equivalentes que replican las variaciones de valor de la cartera de partida.

### Cartera equivalente

Factor de riesgo	Instrumento	Posición equivalente	Sensibilidad	Unidades
Factor de riesgo 1	Instrumento 1	$N_1$	Sensibilidad <sub>1</sub>	$u_1$
Factor de riesgo 2	Instrumento 2	$N_2$	Sensibilidad <sub>2</sub>	$u_2$
...	...	...	...	...
Factor de riesgo $n$	Instrumento $n$	$N_n$	Sensibilidad <sub><math>n</math></sub>	$u_n$

Por tanto, si se pretende cubrir la variación de valor de la cartera basta con construir la cartera de cobertura<sup>4</sup>, que es igual a la cartera equivalente pero cambiando el signo de las posiciones equivalentes.

### Cartera de cobertura

Instrumento	Posición de cobertura
Instrumento 1	$-N_1$
Instrumento 2	$-N_2$
...	...
Instrumento $n$	$-N_n$

## GESTIÓN DEL CAPITAL EN RIESGO

El impacto de una nueva operación sobre la *cartera equivalente* se puede determinar de una manera muy simple. Así, para la operación considerada se generaría su mapa de sensibilidades para cada uno de los factores de riesgo y se sumaría directamente al mapa de sensibilidades total de la cartera, pudiendo estudiarse el efecto de su inclusión o no.

Por el contrario, el cálculo del impacto sobre el *capital en riesgo* se complica, ya que habrá que analizar el efecto de combinar el nuevo mapa de sensibilidades con los comportamientos reales de los distintos factores de riesgo, obteniéndose el nuevo mapa de pérdidas y ganancias de la cartera. A diferencia del mapa de sensibilidades, los mapas de riesgo real de pérdidas no son aditivos ya que tienen en cuenta las relaciones de dependencia entre los distintos factores de riesgo. Así, en principio, para analizar la nueva operación habrá que determinar el mapa de sensibilidades global de la cartera y volver a generar con las nuevas condiciones el mapa de riesgo global. Para identificar por anticipado el efecto sobre el riesgo de variaciones en las posiciones es conveniente conocer la sensibilidad del capital en riesgo ante cambios en el mapa de sensibilidades.

<sup>4</sup> Para cubrir perfectamente la variación de valor de la cartera sería necesario garantizar que la igualdad de sensibilidades entre la cartera real y la de cobertura se mantiene para cada una de las posibles variaciones en el factor de riesgo. Si la sensibilidad depende de la magnitud de la variación del factor de riesgo habría que tener en cuenta también los efectos de segundo orden (véase más adelante, en p. 73, el apartado sobre riesgos de orden superior).

Por tanto, lo ideal sería poder contar con un nuevo concepto que permitiera manejar esta situación de una forma más sencilla a partir del mapa de sensibilidades de la operación. Para ello, se definirá el CERDelta como la variación del capital en riesgo de la cartera con respecto a la sensibilidad a un factor de riesgo, de forma que, en primera aproximación, se cumplirá que:

$$\Delta CER = \sum CERDelta_i \cdot \Delta sensibilidad_i$$

De esta forma se habría linealizado el concepto de capital en riesgo y se podrá calcular la variación en el capital en riesgo al incluir una serie de operaciones con un determinado mapa de sensibilidades. Teniendo en cuenta que los mapas de sensibilidades son aditivos, la variación en la sensibilidad total de la cartera será igual a las sensibilidades de las operaciones nuevas. Por tanto,

$$\Delta CER = \sum CERDelta_i \cdot sensibilidad'_i$$

donde  $sensibilidad'_i$  serían las sensibilidades a cada uno de los factores de riesgo de las nuevas operaciones. Por tanto, una vez calculados los términos CERDelta asociados a cada uno de los factores de riesgo se podría determinar fácilmente cual sería la contribución de un nuevo conjunto de operaciones al CER de la entidad. En el siguiente punto se desarrolla la metodología de cálculo de los términos CERDelta.

### CERDelta

La variación de valor de la cartera vendrá dada por:

$$\Delta Valor = \sum sensibilidad_i \cdot \Delta factor_i$$

Por tanto, empleando notación matricial, la volatilidad asociada al valor de la cartera se determinaría como:

$$\sigma_{cartera}^2 = s' \cdot C \cdot s$$

donde  $s$  será el vector de sensibilidades y  $C$  será la matriz de varianzas-covarianzas entre los distintos factores de riesgo.

El CER de la cartera vendría dado por:

$$CER = K \cdot \sigma_{cartera} = K \cdot \sqrt{s' \cdot C \cdot s}$$

donde  $K$  dependerá del intervalo de confianza que se desee analizar y del horizonte temporal considerado. Así, para un nivel de confianza del 99,86%,  $K$  será igual a:

$$K = \frac{3}{1 + z_{LR} \cdot T_{diario}}$$

Por tanto, derivando con respecto a cada una de las sensibilidades

$$\frac{dCER}{dS_i} = K \cdot \frac{\sum C_{ij} \cdot S_j}{\sqrt{s' \cdot C \cdot s}}$$

Por tanto, el vector **CERDelta** será igual a:

$$CERDelta = K \cdot \frac{C \cdot s}{\sqrt{s' \cdot C \cdot s}}$$

Como puede comprobarse, premultiplicando el vector anterior por el vector de sensibilidades resulta que<sup>5</sup>:

$$s' \cdot CERDelta = CER$$

de forma que se ha conseguido una relación aditiva para el análisis del CER. Si en lugar de multiplicar por el vector de sensibilidades de la cartera se multiplica por un vector de sensibilidades asociado a otro grupo de operaciones se obtiene la variación que sufre el CER si se incluyen estas operaciones junto a la cartera inicial.

## EFFECTOS DE SEGUNDO ORDEN

La elaboración del mapa de pérdidas y ganancias y la construcción de la cartera de cobertura se realizan bajo las dos hipótesis siguientes:

- Sólo se consideran los términos de primer orden (comportamiento lineal) en el análisis de sensibilidad

$$\Delta Valor = sensibilidad \cdot \Delta factor$$

- Todos los factores de riesgo tienen un instrumento de mercado líquido y profundo asociado.

Sin embargo, a la hora de analizar una cartera real estas dos hipótesis dejan de ser válidas en muchos de los casos. Así, cuando un instrumento cotiza con una prima sobre el instrumento de mercado representativo la cobertura sólo lo es frente al factor de riesgo básico, pero queda abierta la componente del factor de riesgo debida a la prima (*riesgo de base*). Por otra parte, cuando la cartera tiene una composición de productos con opciones, los efectos de segundo orden (*gamma*) pueden ser muy significativos, de forma que, aunque la cartera esté cubierta

<sup>5</sup> Premultiplicando por el vector de sensibilidades

$$s' \cdot CERDelta = K \cdot \frac{s' \cdot C \cdot s}{\sqrt{s' \cdot C \cdot s}} = K \cdot \sigma = CER$$

en primera aproximación, su variación de valor no será nula ante un movimiento de los factores de riesgo.

Por tanto, habrá que analizar estos efectos secundarios, que podrán ser lo suficientemente significativos como para que la cobertura realizada sea poco eficiente.

## Riesgo de base

La exposición al riesgo denominada como *riesgo de base* surge cuando los factores de riesgo que definen el comportamiento del valor de la cartera no son los mismos que los factores de riesgo que definen el comportamiento de los instrumentos representativos del mercado. La situación habitual sería que la variación de valor asociada a un factor de riesgo cualquiera se descomponga en una variación debida a un factor de riesgo de mercado común a un grupo de instrumentos, más una variación debida al riesgo específico del instrumento considerado. Esto es, se supondrá que cualquier factor de riesgo se podría expresar como la suma de un factor de riesgo sistemático más un factor de riesgo específico. Ejemplos de este comportamiento se pueden encontrar en los principales productos. Así:

- La tasa de rentabilidad asociada con un instrumento de renta fija se suele expresar como la suma de la tasa de rentabilidad de un instrumento libre de riesgo (normalmente, un bono de características similares emitido por el Tesoro local) más un diferencial que recoge los factores específicos del instrumento: calidad crediticia, profundidad del mercado, liquidez, etc.
- El retorno de una acción se suele expresar como un retorno dependiente de la evolución del mercado (a través de la *beta* de la compañía) y un retorno diferencial dependiente de las características específicas de la compañía.
- En los mercados internacionales de mercancías se toma como referencia la cotización de un producto similar en el mercado internacional más importante (en este caso, suelen ser las cámaras de compensación de Chicago) y se le suma una prima para recoger las características diferenciales del producto real: mercado, país, clima, calidad, etc.

Por tanto, la variación del factor de riesgo se podría expresar como:

$$\Delta factor = \Delta factor_{\text{mercado}} + \Delta factor_{\text{especifico}}$$

de forma que la variación de valor vendría dada por:

$$\Delta Valor = sensibilidad \cdot \Delta factor = sensibilidad \cdot (\Delta factor_{\text{mercado}} + \Delta factor_{\text{especifico}})$$

Así, realmente, el valor se encontraría expuesto a las variaciones de dos factores de riesgo distintos, un riesgo sistemático y un riesgo específico. No obstante, a la hora de construir la cartera equivalente lo que se pretende es homogeneizar la cartera según factores de riesgo disponibles en el mercado de una forma fácil y con un mercado asociado líquido y profundo. Por tanto, esto conduce a que los instrumentos que se emplean en su elaboración sean los instrumentos de mercado representativos. Sin embargo, estos sólo se verían afectados por variaciones en la componente sistemática del riesgo de mercado, de forma que la cobertura sólo lo sería sobre esta componente, ya que se calcula suponiendo que el resto de factores perma-

necen sin cambio. Así, si se construyera la cartera de cobertura, la variación de valor de esta sería igual a:

$$\Delta Valor_{cobertura} = -sensibilidad \cdot \Delta factor_{mercado}$$

Por tanto, sumando el comportamiento de la cobertura al comportamiento de la cartera inicial se tendría que la variación de valor de la cartera total sería:

$$\Delta Valor_{total} = sensibilidad \cdot \Delta factor_{especifico}$$

Esta componente del riesgo de la cartera será la que denominaremos *riesgo de base* y se corresponde con la parte del riesgo que no puede ser cubierta con el análisis habitual para la cartera equivalente.

Así, volviendo a los tres ejemplos de productos anteriores y suponiendo que una posición en ellos se hubiera cubierto a través de la posición equivalente, podría darse el caso de que esta tuviera poca utilidad ante una variación de los factores de riesgo:

- Supongamos que una posición en un instrumento de renta fija se encuentra cubierta mediante una cartera equivalente en instrumentos de renta fija libres de riesgo y que estos mantienen estable su cotización. Si el emisor del instrumento de renta fija comienza a tener problemas financieros, el mercado le penalizará con un mayor diferencial sobre el mercado, de forma que la nueva rentabilidad exigida al instrumento se habrá incrementado exactamente en la misma cantidad que lo haya hecho el diferencial, pero la rentabilidad asociada al mercado no habrá sufrido variación. De esta forma, la cartera equivalente no variaría su valor y el instrumento de renta fija inicial sufriría una pérdida.
- Supongamos que una compra de una mercancía precedera en un mercado local latinoamericano se hubiera cubierto con la venta de futuros sobre la mercancía representativa del mercado de Chicago. Si como consecuencia de sus características peculiares el mercado local se encontrara falto de demandantes de dicho producto, el precio de este caería significativamente. Sin embargo, la cotización del producto de referencia se mantendría sin cambios, la cartera de cobertura no variaría de valor y las mercancías compradas generarían una pérdida al ser vendidas.
- Supongamos una compra de acciones que se encuentra cubierta mediante la venta de la cantidad apropiada de futuros sobre el índice bursátil local. Mientras la evolución de las acciones y del índice sea similar, las pérdidas en una se compensarían con los beneficios de la otra y viceversa. Sin embargo, si la compañía empeorase su situación debido a factores internos, la cotización de las acciones sufriría una pérdida que no sería compensada por la evolución del mercado ya que sería debida únicamente a la componente específica de la compañía.

Los casos que se han presentado en los puntos anteriores corresponderían a situaciones que se podrían considerar como extremas. Sin embargo, los gestores del negocio y los responsables de la gestión y control de los riesgos deberán prestar especial atención a la componente de riesgo específico en aquellas carteras que se encontrasen aparentemente cubiertas, ya que sólo lo estarán mientras no se produzca un cambio en la percepción del mercado sobre la componente específica.

No obstante, esto no quiere decir que no sea posible controlar este efecto. De hecho, en el planteamiento anterior se estaría suponiendo que la componente específica y la componente sistemática son variables que funcionan de manera independiente. Sin embargo, no siempre

es así. Una subida generalizada de los tipos de interés de referencia normalmente se traduciría en un empeoramiento de la calidad de las emisiones y una subida de sus diferenciales, ya que la compañía emisora podría encontrarse en mayores problemas para hacer frente a los pagos al aumentar el costo de su nueva financiación. Por tanto, teniendo en cuenta esta dependencia, una cartera equivalente con una posición nominal algo mayor podría llegar a cubrir parte de este efecto. Sin embargo, esto obligaría a asumir una serie de relaciones de dependencia entre los factores de riesgo de mercado y los factores específicos, la cual no es evidente y no tendría solución salvo que la correlación fuese igual a uno (1) o menos uno (-1)<sup>6</sup>.

### Riesgos de orden superior

En el planteamiento de sensibilidades realizado anteriormente se ha supuesto que el comportamiento del valor de una cartera ante movimientos en los factores de riesgo sigue una relación lineal, eliminándose los términos de orden superior. Sin embargo, cuando la cartera considerada está constituida por opciones o instrumentos con opciones, estos términos (efecto *gamma*) podrían ser muy significativos. Por otra parte, este efecto se acusa aún más si se extrapola al mapa de riesgo global.

En el caso de opciones o instrumentos con opciones su precio dependerá de tres factores de riesgo<sup>7</sup>:

- Precio del subyacente
- Volatilidad del precio del subyacente
- Tipos de interés hasta el vencimiento de la opción.

Si se determinara el mapa de sensibilidades de una opción se tendrían tres contribuciones al riesgo de primer orden:

- *Delta*: Sensibilidad del precio de la opción ante variaciones en el precio del subyacente:
- *Vega*: Sensibilidad del precio de la opción ante variaciones en la volatilidad del precio del subyacente
- *Rho*: Sensibilidad del precio de la opción ante variaciones de los tipos de interés libres de riesgo:

<sup>6</sup> Supongamos que la variación en el precio del instrumento ( $\Delta P$ ) fuera igual a la suma de una componente de mercado ( $\Delta P_m$ ) y una componente específica ( $\Delta P_{esp}$ )

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{esp}$$

La variación de valor de la cartera inicial más la cobertura, suponiendo que dependen del mercado de la misma forma, sería:

$$\Delta Valor = (N - N_c) \cdot \Delta P_m + N \cdot \Delta P_{esp} = K \cdot \Delta P_m + N \cdot \Delta P_{esp}$$

Para que la cobertura tuviera en cuenta la relación entre el riesgo específico y el sistemático, la volatilidad de la cartera conjunta debería ser igual a cero, de manera que:

$$K^2 \cdot \sigma_m^2 + 2 \cdot \rho \cdot K \cdot N \cdot \sigma_m \cdot \sigma_{esp} + N^2 \cdot \sigma_{esp}^2 = 0$$

ecuación en K que sólo tiene solución real cuando la correlación es igual a uno o menos uno.

<sup>7</sup> El precio de una opción también depende del tiempo hasta el vencimiento (*theta*) pero no se incluye en este análisis al no ser un factor de riesgo. Si las condiciones del mercado no cambian, el paso del tiempo por se no introduce ninguna incertidumbre, sino una variación de valor que sería conocida a priori.

Por tanto, la variación de valor de la opción podría expresarse como:

$$\Delta Valor = \Delta\text{precio} \cdot \text{Delta} + \Delta\sigma \cdot \text{Vega} + \Delta\text{tipos} \cdot \text{Rho}$$

Sin embargo, en el caso de opciones el efecto de segundo orden del precio de la opción ante variaciones del precio podría ser significativo, definiéndose:

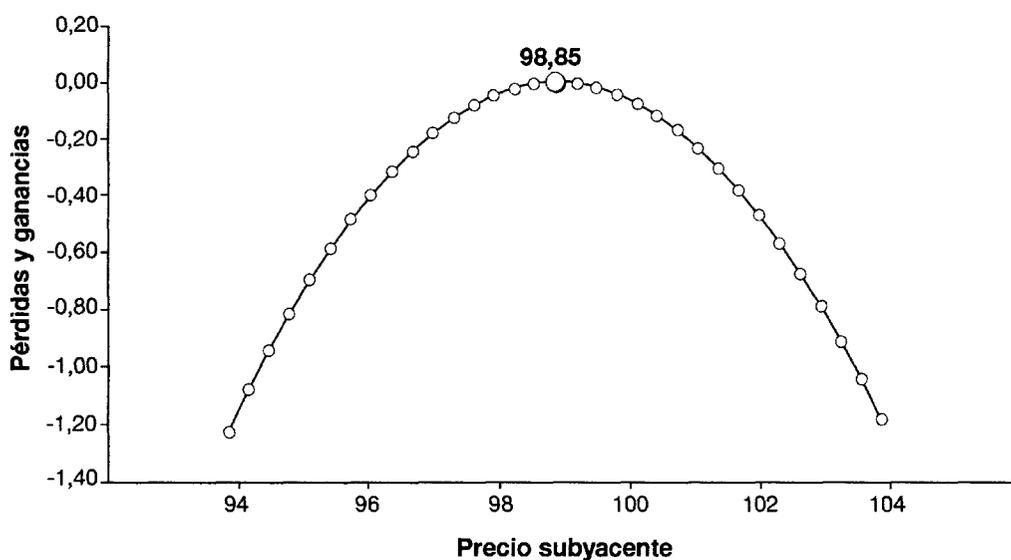
- *Gamma*: Variación de la delta de la opción ante variaciones en el precio del subyacente.

Incluyendo este término, la variación instantánea del valor de la opción vendría expresada por:

$$\Delta Valor = \Delta\text{precio} \cdot \text{Delta} + \frac{1}{2} \Delta\text{precio}^2 \cdot \text{Gamma} + \Delta\sigma \cdot \text{Vega} + \Delta\text{tipos} \cdot \text{Rho}$$

Supongamos una cartera de opciones compuesta por la venta al mismo precio de ejercicio de una opción de venta y una opción de compra sobre el mismo activo subyacente y ajustada de forma que la *delta* de la cartera fuese igual a cero. Si se mostrase el perfil de pérdidas y ganancias ante una variación instantánea en el precio del activo subyacente se tendría un gráfico como el siguiente, donde puede observarse que la sensibilidad de la cartera ante variaciones muy pequeñas en el precio del subyacente es muy pequeña, pero se iría incrementando significativamente a medida que las variaciones fuesen más importantes. Además, en el momento actual<sup>8</sup> cualquier variación en el precio del subyacente se traduciría en una pérdida en la cartera, que podría ir convirtiéndose en un beneficio a medida que fuera transcurriendo el tiempo.

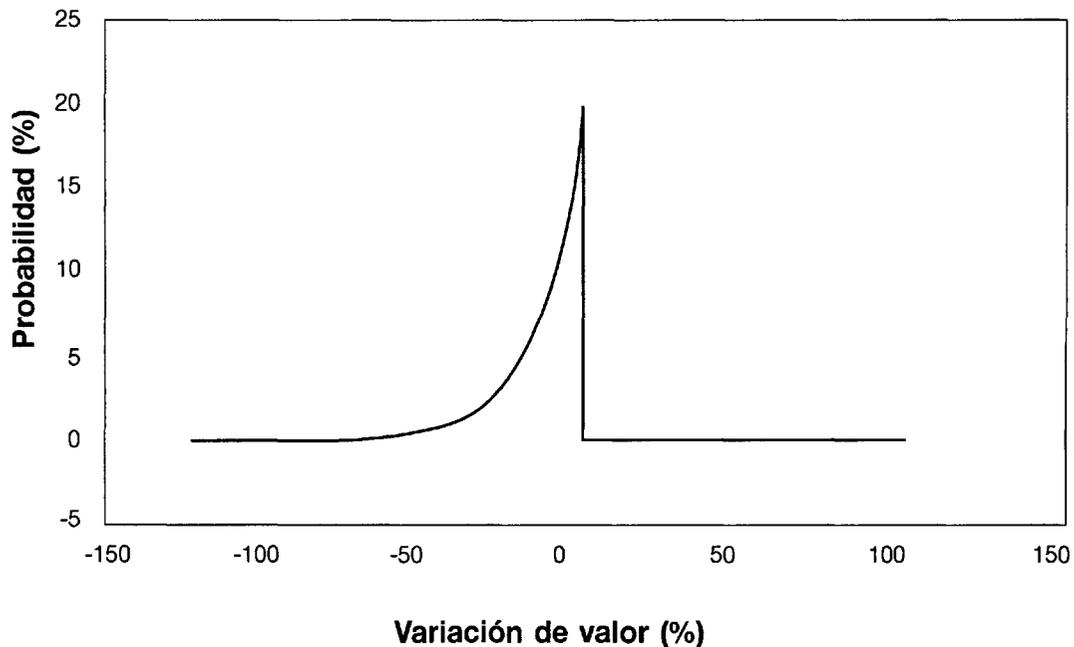
Figura 3-6. P&G de un *straddle* vendido ante una variación instantánea del precio del subyacente.



<sup>8</sup> El efecto del paso del tiempo haría que, en este caso en concreto, la cartera fuese generando beneficios de manera progresiva.

Así, si suponemos un modelo de comportamiento lognormal para el precio del subyacente y lo combinamos con los resultados anteriores obtenemos el mapa de pérdidas y ganancias de la cartera, que se representa gráficamente en la Figura 3-7.

**Figura 3-7. Mapa de P&G de un straddle**



Como puede observarse, el comportamiento de esta cartera de opciones no puede asimilarse a una distribución normal. Por otra parte, esta cartera daría lugar a un mapa de sensibilidades nulo, ya que tendría delta cero, y, sin embargo, los términos de orden superior estarían introduciendo un riesgo de pérdidas real y significativo. Por tanto, cuando la cartera analizada esté compuesta por opciones o instrumentos con opciones se debe analizar cuidadosamente, tanto desde el punto de vista de la gestión como del control, y se deben considerar los efectos que introducirían los términos de orden superior en el análisis de sensibilidades y en la obtención del mapa de pérdidas y ganancias. Esta problemática se desarrolla con mayor detalle en el capítulo 9 sobre metodologías de medición del riesgo de mercado como aplicación del modelo de simulación de Monte Carlo.

### **Recomendaciones de los estándares internacionales sobre riesgo de mercado**

#### *Recomendaciones del Grupo de los Treinta*

- Las entidades deben valorar sus posiciones a precios de mercado al menos una vez al día.
- La valoración de las carteras de derivados se realizará a precios medios de mercado, debiéndose realizar ajustes por los costos futuros esperados, tales como pérdidas cre-

diticias, costos de cierre de la posición, costos de inversión/financiación o costos administrativos.

- Las entidades deben analizar regularmente las componentes de los rendimientos obtenidos y relacionarlos con los riesgos asumidos.
- Las entidades deben medir diariamente el riesgo de mercado de sus posiciones y compararlo con los límites establecidos.
- Para medir el riesgo de mercado se recomienda utilizar el concepto de valor en riesgo (VER).
- Se deben considerar todas las componentes del riesgo de mercado: variación absoluta del precio o del tipo (*delta*), convexidad (*gamma*), volatilidad (*vega*), correlación, tasas de descuento (*rho*) y paso del tiempo (*theta*).
- Los límites de riesgo de mercado deben establecerse en función del grado de tolerancia al riesgo de la entidad, el capital que se quiere arriesgar, la liquidez de los mercados, los beneficios esperados, la estrategia del negocio y la experiencia de los operadores.
- Las entidades deben realizar simulaciones periódicas para analizar el comportamiento de las carteras en condiciones extremas (*stress testing*). Se pueden utilizar escenarios pasados o futuros que reflejen comportamientos anormales de los mercados. También se debe simular el efecto producido por períodos largos de inactividad en los que la liquidez de los mercados cayera considerablemente.
- Las entidades deben prever periódicamente las necesidades de financiación y de inversión que originan las carteras de instrumentos derivados.

#### *Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados*

- Las entidades deben evaluar los riesgos a que están expuestas, para lo cual se recomienda utilizar metodologías cuantitativas que permitan estimar el cambio de valor de las carteras, cómo medio para poder calcular el capital en riesgo.
- Propone un método para calcular el capital en riesgo de mercado, definiéndolo como la máxima pérdida ocasionada en una determinada cartera, que solo se verá superada una vez de cada cien observaciones bisemanales. Como deficiencias del método propuesto expone las siguientes:
  - Las volatilidades y correlaciones históricas pueden no ser buenos estimadores del comportamiento futuro de los factores de riesgo.
  - Las entidades pueden sufrir pérdidas superiores a las indicadas por el capital en riesgo calculado. Para estimar estas pérdidas propone la utilización de simulaciones extremas con escenarios especialmente adversos.

#### *Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales*

- Las entidades deben medir diariamente el riesgo de mercado al que están expuestas, para lo cual pueden utilizar la metodología de valor en riesgo, simulación de escenarios o análisis de sensibilidad.
- Las entidades deben analizar los resultados obtenidos en función de los riesgos asumidos.
- Las entidades deben valorar diariamente sus posiciones a precios de mercado.

- Propone utilizar una metodología VER (aunque no propone ninguna técnica en concreto) para medir el riesgo de mercado a que está expuesto la entidad. Para el cálculo del VER se recomienda utilizar :
  - un nivel de confianza del 99%, con una sola cola;
  - un horizonte temporal de 10 días como mínimo;
  - un período histórico de observación mínimo de un año, para el cálculo de volatilidades y correlaciones;
  - correlaciones tanto entre factores pertenecientes a la misma categoría de riesgo como entre factores de riesgo.
- Las metodologías de medición de riesgo de mercado utilizadas deben contemplar adecuadamente los riesgos (delta, gamma, vega, etc.) asociados a los instrumentos con comportamientos no lineales (ej. las opciones).
- Las entidades deben contratar la validez de los modelos utilizados para medir el riesgo, para lo cual deben realizar comprobaciones retrospectivas (*back testing*) y verificar que los resultados de dichas pruebas son coherentes con el intervalo de confianza utilizado.
- Las entidades deben analizar periódicamente cual sería el comportamiento de sus carteras ante escenarios de mercado extremos (*stress testing*).

*Página en blanco a propósito*

## Capítulo 4

# Un enfoque para banca comercial

### Perspectiva

Como en cualquier otro negocio, la gestión de los riesgos de la actividad de banca comercial de una entidad financiera tiene como objetivo primario la creación de valor, para lo cual es necesario optimizar la relación existente entre las rentabilidades obtenidas y los riesgos asumidos. A continuación se analiza el riesgo de mercado del negocio de banca comercial, y principalmente el riesgo de tipo de interés.

Principalmente, el negocio de la banca comercial consiste en captar fondos, remunerándolos a unas determinadas tasas (tipos de pasivo), para posteriormente invertirlos a unas tasas superiores (tipos de activo) pero asumiendo un nivel de riesgo crediticio aceptable. El objetivo de la banca comercial es generar margen financiero gestionando adecuadamente los riesgos de crédito, operativos y de negocio implícitos en su actividad. Es decir, la banca comercial está especializada en gestionar dichos riesgos y debe recibir una remuneración acorde con dicha gestión.

Sin embargo, como consecuencia de la actividad de la banca comercial no sólo se genera riesgo de crédito sino también riesgo de mercado, ya que, debido a la tipología de productos y a las necesidades de la clientela, suelen existir desfases entre los plazos a los que se captan fondos y a los que se colocan, entre los niveles de los tipos y las frecuencias de revisión. No obstante, por diferentes razones, la banca comercial ni puede ni debe gestionar dicho riesgo de mercado:

- La banca comercial no está especializada en la gestión del riesgo de mercado, sino en gestionar los riesgos de crédito, operativos y de negocio. Su negocio no consiste en gestionar riesgo de mercado ni se le retribuye por ello.
- La banca comercial toma fondos a los plazos a los que sus clientes quieren invertir y coloca fondos a los plazos a los que sus clientes quieren financiarse. Es decir, la banca comercial tiene poco margen de maniobra para reducir el desfase temporal que se produce entre los plazos de captación y colocación de fondos.

Generalmente el plazo de medio de captación de pasivos suele ser inferior al plazo medio de colocación de activos. Los clientes de activo suelen pedir préstamos y créditos a las entidades financieras a plazos en los que en función de su capacidad de ahorro sean capaces de devolver los importes solicitados. Cuando los importes solicitados son grandes (préstamos hipotecarios) los plazos suelen ser mas largos que cuando los importes son pequeños (préstamos al consumo). Los clientes de pasivo suelen colocar su dinero en las entidades financieras a corto plazo (cuentas a la vista y depósitos), ya que cuando quieren realizar inversiones a largo plazo suelen utilizar otro tipo de instrumentos (bonos, acciones, fondos de inversión, etc.).

Lo que es un hecho es que la cartera de operaciones de la banca comercial genera riesgo de mercado y debe existir algún estamento dentro de la entidad encargada de gestionarlo. Dicha función debe ser asignada al comité de activos y pasivos (CAP) el cual delegará en una unidad de gestión especializada, el área de gestión de activos y pasivos (GAP), el análisis y la gestión diaria del mencionado riesgo<sup>1</sup>.

## RIESGO DE CARTERA

El área GAP es la encargada de gestionar el riesgo de mercado de la banca comercial y será remunerada en función de dicha gestión. Lo primero que debe hacer el área GAP es definir un procedimiento que le permita cubrir perfectamente el riesgo de mercado de la cartera de operaciones de la banca comercial traspasándolo a la cartera del CAP para poderlo gestionar. El procedimiento habitual que las entidades suelen utilizar para conseguir el anterior objetivo es un sistema de tipos de transferencia.

De forma general, dicho sistema consiste en que cada vez que la banca comercial realiza una operación de activo (por ejemplo, un préstamo) el área GAP le financia mediante una operación interna con la misma estructura (plazo, moneda, tipo fijo o variable, posibilidades de cancelación anticipada, etc.), pero casi libre de riesgo crediticio, cubriendo así el riesgo de mercado que dicha operación genera al área de banca comercial. Igualmente cada vez que la banca comercial realiza una operación de pasivo (por ejemplo, toma un depósito) el área GAP le toma los fondos, también mediante una operación interna con la misma estructura.

Los tipos a los cuales el área GAP financia o invierte las operaciones de la banca comercial se suelen denominar tipos de transferencia y deben ser iguales al costo que le supondría al área GAP la cobertura del riesgo de mercado derivado de las operaciones de la banca comercial. La diferencia entre los tipos de transferencia y los tipos que la banca comercial cobra o paga a sus clientes constituyen los márgenes financieros (de activo o de pasivo) que compensarán a la banca comercial por la gestión del riesgo de crédito (y también el riesgo operativo) y por los costos que asumen.

A través de este procedimiento el área GAP siempre tendrá en la cartera del CAP unas posiciones exactamente iguales (únicamente se diferenciará en el tipo y el riesgo crediticio) a las operaciones de banca comercial, por tanto la cartera del CAP tendrá la misma exposición al riesgo de mercado que la cartera de operaciones de la banca comercial. La función del área GAP es gestionar el valor de mercado de la cartera del CAP. Veamos un ejemplo.

Supongamos que el área GAP de una entidad financiera está utilizando a la fecha de hoy los siguientes tipos de transferencia: tipo a 3 meses 5,0% y tipo a 6 meses 5,5%. Supongamos también que el área de banca comercial de dicha entidad realiza hoy las operaciones que se exponen a continuación:

- Situación A: toma un depósito de un cliente a 3 meses al 4% y coloca un préstamo a otro cliente también a 3 meses al 6%. Por tanto, el área GAP tendrá que realizar con el área de banca comercial dos operaciones internas, por la primera le toma fondos a 3 meses al 5% y por la segunda le presta fondos a 3 meses al 5%.

Las dos operaciones realizadas por la banca comercial generan un margen total de un 2% (6% - 4%) el cual debe ser repartido de tal forma que al área de banca comercial

<sup>1</sup> Según se indicó en el capítulo 2, el área GAP es la verdadera tesorería de la entidad. Este área es la encargada de analizar y gestionar, en el día a día, los riesgos financieros derivados de la estructura de balance de la entidad.

se le remunerare el riesgo de crédito que asume y al área GAP se le remunerare el riesgo de mercado que asume.

El área de banca comercial obtiene un margen por la operación de activo de un 1% (6%–5%) y otro por la de pasivo también del 1% (5%–4%), es decir, obtiene un margen total de un 2%. Por el contrario el área GAP no obtiene ningún margen ya que le presta y le toma fondos al área de banca comercial al mismo plazo (3 meses) y al mismo tipo (5%, tipo de transferencia).

El reparto anterior es justo ya que las dos operaciones comerciales, al tener el mismo plazo, no generan riesgo de mercado, sólo generan riesgo de crédito. Por lo tanto el área de banca comercial se lleva todo el margen (2%) por gestionar el riesgo de crédito y el área GAP no se lleva nada pues no hay riesgo de mercado que gestionar.

- Situación B: toma un depósito de un cliente a 3 meses al 4% y coloca un préstamo a otro cliente a 6 meses al 6,5%. Por tanto, el área GAP tendrá que realizar con el área de banca comercial dos operaciones internas, por la primera le toma fondos a 3 meses al 5% y por la segunda le presta fondos a 6 meses al 5,5%.

Las dos operaciones realizadas por la banca comercial generan un margen total de un 2,5% (6,5%–4%) el cual debe ser repartido de tal forma que al área de banca comercial se le remunerare el riesgo de crédito que asume y al área GAP se le remunerare el riesgo de mercado que asume.

El área de banca comercial obtiene un margen por la operación de activo de un 1% (6,5%–5,5%) y otro por la de pasivo también del 1% (5%–4%), es decir, obtiene un margen total de un 2%. Por su parte el área GAP obtiene un margen del 0,5% (5,5%–5%).

En este caso las dos operaciones comerciales, al tener diferente plazo, generan riesgo de mercado y riesgo de crédito. Por lo tanto, el reparto también es justo ya que el área de banca comercial se lleva un margen del 2% por gestionar el riesgo de crédito y el área GAP se lleva un margen del 0,5% que es aproximadamente el costo de cubrir el riesgo de mercado.

Si una entidad financiera pusiera en práctica el planteamiento expuesto hasta el momento se estaría asegurando la gestión, a través de área GAP, del riesgo de mercado del valor de la cartera de operaciones vivas de la banca comercial, es decir, se estaría asegurando la gestión del riesgo de cartera.

El área GAP puede calcular la sensibilidad de la cartera de operaciones vivas como la variación del valor de dicha cartera ante movimientos de más–menos 10, 50, ó 100 puntos básicos de los tipos de mercado utilizados para valorar dichas operaciones.

Una de las alternativas de gestión del riesgo de cartera que puede considerar el área GAP es decidir cubrir completamente dicho riesgo, para lo cual puede construir y tomar una posición en una cartera de instrumentos financieros (bonos, depósitos, IRS, *caps*, *floors*, etc.) cuyo valor fluctúe simétricamente (en la misma cantidad pero en sentido contrario) a la variación del valor de la cartera de operaciones vivas de la banca comercial, ante variaciones de los tipos de interés.

## RIESGO ESTRUCTURAL

En el caso de que el área GAP decidiese realizar la cobertura individual de todas y cada una de las operaciones, tal y como se ha mencionado anteriormente, la entidad tendría perfectamente cubierto su riesgo de cartera, pero esto no implica que la entidad tenga totalmente

cubierto el riesgo de mercado del valor actual del negocio de banca comercial; únicamente tendría cubiertas las oscilaciones del valor de mercado de su cartera actual de operaciones.

Hay que tener en cuenta que cuando se valora una empresa o un negocio, se deben considerar dos componentes:

- El valor liquidativo: es el valor de los activos que en ese momento tiene la empresa menos el valor de los pasivos, es decir, sería el valor que obtendría por la empresa o el negocio si lo liquidase.
- El valor del negocio en funcionamiento: es el valor actual de los flujos (beneficios distribuibles libres de impuestos) que se espera que dicho negocio pueda generar en el futuro. Por lo tanto el valor de un negocio en funcionamiento depende de las variables que condicionan los flujos y de la tasa a la cual se actualicen dichos flujos. Por ejemplo en una compañía industrial los flujos dependerán de variables tales como: precios de venta de los productos, volumen de ventas, precios de las materias primas, volumen de compras de materias primas, costos de transformación, etc.

Por tanto, para valorar el negocio de banca comercial, se deberán considerar también las dos componentes anteriormente mencionadas:

- El valor liquidativo: es el valor actual de la cartera viva de operaciones (activas y pasivas) de banca comercial.
- El valor del negocio en funcionamiento: es el valor actual de los flujos (beneficios distribuibles libres de impuestos) que se espera que el negocio de banca comercial pueda generar en el futuro. En el caso del negocio de banca comercial, haciendo un paralelismo con una compañía industrial, podemos decir que los flujos dependerán de variables tales como tasas de activo (precios de venta de los productos), saldo de activo (volumen de ventas), tasas de pasivo (precios de las materias primas), saldo de pasivo (volumen de compras de materias primas), costos de la red bancaria (costos de transformación), etc.

Analizando someramente cuáles son las variables que explican los flujos que genera el negocio de banca comercial se puede identificar fácilmente un factor común: todas las variables anteriormente expuestas dependen directa o indirectamente de los tipos de interés, lo cual quiere decir que el valor actual del negocio de banca comercial depende fundamentalmente de la evolución de los tipos de interés.

Según lo anteriormente expuesto, es fácil entender que si el área GAP tiene que gestionar el riesgo de mercado del negocio de banca comercial, no puede limitarse a gestionar el riesgo de cartera, es decir, no puede limitarse a gestionar el valor liquidativo de dicho negocio, sino que también deberá gestionar el valor del negocio en funcionamiento, es decir, también tendrá que gestionar lo que vamos a denominar riesgo estructural.

Podemos definir el *riesgo estructural* del negocio de banca comercial como la pérdida de valor que puede sufrir dicho negocio, ante variaciones de los tipos de interés, una vez cubierto totalmente el riesgo de mercado de cada una de las operaciones vivas.

Para que el área GAP pueda gestionar adecuadamente el riesgo estructural debe ser capaz de calcular el valor actual del negocio de banca comercial, así como la sensibilidad de dicho valor a variaciones de los tipos de interés. Una alternativa para realizar los anteriores cálculos sería la siguiente:

- Identificar cuales son las variables que explican la evolución futura de los flujos (beneficios distribuibles después de impuestos) generados por el negocio de banca comercial. Por ejemplo, los márgenes ordinarios de activo y pasivo, las comisiones por

servicios bancarios, costos, etc., descontando las reinversiones necesarias para el funcionamiento del negocio

- Modelizar el comportamiento de cada una de las variables explicativas (márgenes, comisiones, costos, etc.) en función de los tipos de interés.
- Realizar una simulación de la futura evolución de los tipos de interés.
- Calcular para cada uno de los escenarios futuros de tipos de interés el valor de las variables explicativas y, por tanto, el valor del flujo como combinación de dichas variables.
- Determinar la tasa de descuento adecuada y utilizarla para actualizar los flujos, calculando así el valor del negocio de banca comercial.
- La sensibilidad del valor actual del negocio de banca comercial se puede calcular como la variación de dicho valor al calcularlo con el escenario de tipos inicial y con escenarios de 10, 50 ó 100 puntos básicos por encima o por debajo del inicial. Para cada uno de los escenarios se simula de forma independiente cuál sería el valor actual del negocio de banca comercial.

Al igual que expusimos anteriormente para el caso del riesgo de cartera, una de las alternativas de gestión del riesgo estructural que puede considerar el área GAP es decidir cubrir completamente dicho riesgo, para lo cual puede construir y tomar una posición en una cartera de instrumentos financieros (bonos, depósitos, IRS, *caps*, *floors*, etc.) cuyo valor fluctúe simétricamente (en la misma cantidad pero en sentido contrario) a la variación del valor del negocio de banca comercial, ante variaciones de los tipos de interés.

Pero en general no se pretende que el valor de un negocio o de una acción sea insensible a las variaciones de los tipos de interés, ya que si una entidad optara por una estrategia de insensibilizar totalmente el valor de su negocio ante cambios de tipos, en un entorno de descenso de éstos, la acción de dicha entidad ofrecería un bajo rendimiento a los inversores contrariamente a lo que sucedería con el índice bursátil. Por tanto las entidades deben determinar una referencia (*benchmark*)<sup>2</sup> de gestión del valor de su negocio, es decir, deben decidir cual debe ser la sensibilidad objetivo del valor de su negocio a variaciones de los tipos de interés.

Para establecer dicha referencia las entidades pueden analizar la sensibilidad ante cambios de tipos que han mostrado históricamente:

- La propia acción (si cotiza en Bolsa).
- Acciones que coticen de entidades competidoras o del mismo sector en otros mercados/países.
- Índices bursátiles sectoriales o generales.

Una vez definido el comportamiento frente a los tipos de interés que esperan los inversores, la entidad debe analizar si la gestión interna debe ser tal que se ajuste la sensibilidad a lo descontado por los inversores, o si conviene desviarse para crear valor mediante la reducción de una serie de costos<sup>3</sup>:

- Costos de quiebra.
- Costo de endeudamiento.

<sup>2</sup> Este aspecto ya ha sido planteado en el capítulo 1 al tratar de la fijación de criterios de aceptación de riesgos en p. 10.

<sup>3</sup> Ver capítulo 1, sección referente al valor de la gestión financiera, en p. 16.

- Costos fiscales
- Costos de iliquidez.

Si estos aspectos aconsejan la desviación debe comunicarse a los inversores cual es la sensibilidad objetivo ante movimientos de tipos y cómo se gestiona internamente. El RORAC y el riesgo deben medirse sobre desviaciones respecto a dicha posición neutral.

## CONCLUSIONES

Resumiendo lo expuesto anteriormente, se pueden destacar las siguientes conclusiones:

- El negocio de banca comercial genera riesgo de crédito, operativo, de negocio y riesgo de mercado; los tres primeros deben ser gestionados por el área de banca comercial y el último por el CAP a través del área GAP. Cada una de estas dos áreas deberá ser remunerada en función de los riesgos que gestiona.
- El sistema de precios de transferencia permite al área GAP cubrir el riesgo de mercado de la cartera de operaciones de banca comercial traspasándolo a la cartera del CAP para poderlo gestionar. Este sistema también permite repartir eficientemente el margen de las operaciones comerciales en dos partes: una corresponde al área de banca comercial, por la gestión del riesgo de crédito, y la otra corresponde al área GAP por la gestión del riesgo de mercado.
- La exposición al riesgo de mercado (fundamentalmente de tipo de interés) del negocio de banca comercial puede descomponerse en dos componentes, el riesgo de cartera, derivado de las variaciones de valor de la cartera viva de operaciones comerciales, y el riesgo estructural, derivado de las variaciones de valor del negocio de banca comercial.
- El área GAP debe gestionar tanto el riesgo de cartera como el riesgo estructural del negocio de banca comercial.
- Una alternativa que tiene el área GAP para poder gestionar el riesgo de mercado del negocio de banca comercial es construir dos carteras equivalentes con instrumentos financieros (bonos, depósitos, IRS, *caps*, *floors*, etc.):
  - La primera cartera debe construirse de tal forma que su valor fluctúe igual que el valor de la cartera de operaciones vivas de la banca comercial. Esta cartera permitirá gestionar el riesgo de cartera.
  - La segunda cartera debe construirse de tal forma que su valor fluctúe igual que el valor del negocio de banca comercial. Esta cartera permitirá gestionar el riesgo estructural.

A partir de las carteras equivalentes anteriormente comentadas, el área GAP puede medir y gestionar el riesgo de mercado de la banca comercial aplicando directamente los conceptos y metodologías generales (valor en riesgo, capital en riesgo, RORAC, etc.).

En los siguientes apartados se analiza la problemática de cálculo de la curva de tipos de transferencia y cómo valorar las operaciones de banca comercial. En el último apartado se exponen algunas de las metodologías que tradicionalmente han venido utilizando las entidades financieras para medir el riesgo de mercado del negocio de banca comercial.

## Cálculo de la curva de tipos de transferencia

Según lo expuesto en la introducción el sistema de tipos de transferencia debe permitir alcanzar fundamentalmente dos objetivos:

- Eliminar el riesgo de tipo de interés del balance de operaciones del área de banca comercial traspasándolo a la cartera del CAP para que sea gestionado de forma centralizada por el área GAP.
- Distribuir el margen de las operaciones comerciales de forma que cada área perciba una remuneración acorde con el riesgo que gestiona, es decir, al área de banca comercial se le debe remunerar por la gestión del riesgo de crédito y al área GAP por la gestión del riesgo de mercado.

Para que se cumplan los objetivos anteriormente expuestos el área GAP debe fijar los tipos de transferencia de tal forma que estos reflejen el costo de la cobertura del riesgo de tipo de interés de las operaciones del área de banca comercial. Por tanto los tipos de transferencia deben obtenerse como consecuencia de una estrategia de financiación–inversión en mercado, sin riesgo de tipo de interés, de los flujos generados por las operaciones de banca comercial.

Desde un punto de vista práctico, los tipos de transferencia deben constituir, al menos, una buena aproximación a dichas estrategias, para lo cual un factor importante a tener en cuenta es el riesgo de prepago.

Como veremos en el siguiente apartado, en el negocio de banca comercial existen préstamos (principalmente los hipotecarios) en los cuales los clientes tienen la opción de prepagar anticipadamente cantidades adicionales a las contempladas (cuotas de amortización) en la estructura de amortización definida contractualmente. También en las operaciones de pasivo existe el riesgo de que los clientes cancelen anticipadamente depósitos a plazo. Lógicamente estos riesgos deben ser tenidos en cuenta por el área GAP en sus estrategias de cobertura y su costo debe ser repercutido en los tipos de transferencia a través del correspondiente ajuste.

Cuando la banca comercial concede un préstamo en el cual el cliente tiene la opción de prepagar, implícitamente también le está vendiendo una opción de prepago. Por tanto, el área GAP, si quiere cubrir este riesgo, deberá calcular cuánto le costaría comprar una opción similar en el mercado y repercutir dicho costo en los tipos de transferencia.

Hay que tener en cuenta que cuando el área GAP calcula el costo de la cobertura en mercado de un determinado préstamo, lo hace en función del plazo contractual de la operación, por lo cual cuando el cliente decide prepagar está reduciendo el plazo de vencimiento del préstamo, de forma que el área GAP se verá obligada a ajustar la cobertura y esto supondrá un costo que debe ser repercutido en los tipos de transferencia.

Por tanto el área GAP deberá calcular el valor de las opciones de prepago<sup>4</sup> y ajustar los tipos de transferencia con un diferencial equivalente a dicho valor (*option-adjusted spread*, OAS). Estos *spreads* a veces son publicados por bancos de inversión especializados en titulación de préstamos hipotecarios.

Adicionalmente, para que la curva de precios de transferencia recoja realmente todos los costos de cobertura, se deben realizar los ajustes pertinentes. El principal ajuste está motivado por el diferencial existente entre los tipos a los que el área GAP puede financiarse e invertir en el mercado interbancario (diferencial *bid-ask*). Las entidades suelen tomar como base para la

<sup>4</sup> Este aspecto se analiza más en detalle en el siguiente apartado.

construcción de los tipos de transferencia los tipos interbancarios medios existentes para los diferentes plazos y, posteriormente, realizan un ajuste por la diferencia hasta el *bid* o el *ask*. Esto equivale a que el área GAP trate a la banca comercial como al mejor de sus clientes.

En general, todas las comisiones que el área GAP espere pagar, así como todos los costos en que incurra como consecuencia de la ejecución de las estrategias de cobertura deben estar recogidos en los precios de transferencia, aunque la mayoría de estos ya están recogidos en el diferencial *bid-ask*.

Como ejemplo de los problemas que puede generar una incorrecta definición de los tipos de transferencia, es interesante analizar el caso de algunas entidades que utilizan un tipo de transferencia único (un tipo interbancario a 3 meses) el cual es aplicado a todas las operaciones de banca comercial, independientemente de su plazo de vencimiento. Esta práctica tiene una serie de consecuencias que impiden alcanzar los objetivos que se persiguen con el sistema de precios de transferencia. Las principales implicaciones son:

- Un tipo de transferencia único no permite incorporar en las operaciones de banca comercial el costo de cobertura del riesgo de tipo de interés.

Si el área de banca comercial deja la gestión del riesgo de tipo de interés al área GAP, esta ha de financiar o invertir sus operaciones sin desajustes en plazos, duraciones, opciones compradas o vendidas a los clientes, etc. Lógicamente el área GAP no puede financiar o invertir en mercado las operaciones de banca comercial a un tipo único, sino que el tipo al que podrá operar en el mercado dependerá del plazo y por tanto el tipo de transferencia también debe depender del plazo de las operaciones de banca comercial.

Sólo con una curva de tipos de transferencia se puede eliminar de los beneficios del área de banca comercial la parte debida a la especulación sobre los tipos de interés, a la vez que también elimina su riesgo.

- Un tipo de transferencia único genera errores en la fijación de precios de las operaciones de banca comercial, posibilitando el rechazo de operaciones beneficiosas y la aceptación de otras que causarían pérdidas. Analicemos esta cuestión con dos ejemplos.

#### *Ejemplo 1*

Supongamos que la curva de tipos de mercado está invertida, siendo el tipo interbancario a 3 meses el 6% y el tipo de los IRS a tres años el 5%. En un escenario como este la utilización de un tipo de transferencia único (por ejemplo, tipo interbancario a 3 meses) impediría realizar operaciones provechosas.

Un cliente solicita un préstamo a 3 años. El gestor evalúa el riesgo crediticio del cliente y estima que debe pagar 25 puntos básicos sobre el tipo de mercado al mismo plazo, es decir, el cliente debe pagar por el préstamo un 5,25% ( $5\% + 0,25\%$ ). Supongamos que el cliente está dispuesto a pagar el tipo anteriormente calculado (5,25%).

Sin embargo, si a la operación se le aplica el tipo de transferencia del 6% (tipo interbancario a 3 meses), el préstamo ocasionará una pérdida al gestor de 0.75%, salvo que los tipos de interés varíen, y lo mas normal es que éste rehuse a realizar la operación.

Si se hubiera aplicado un tipo de transferencia del 5% (en función del plazo del préstamo) el gestor habría realizado la operación y cerraría un beneficio de 0,25% por año durante los próximos 3 años. Por su parte, el área GAP podría cerrar el riesgo de tipo de interés de la operación entrando en un IRS a 3 años pagando un tipo fijo del 5% (el mismo que cobra del área de banca comercial), y recibiendo un tipo interbancario a 3 meses. Este último ingreso se anularía ya que el área GAP financiaría con depósitos interbancarios a 3 meses los fondos que tiene que traspasar al área de banca comercial a través de una operación interna.

### Ejemplo 2

Supongamos ahora que la curva de tipos de mercado tiene pendiente positiva, siendo el tipo interbancario a 3 meses el 5% y el tipo de los IRS a tres años el 6%. En un escenario como este la utilización de un tipo de transferencia único (un tipo interbancario a 3 meses) podría llevar al área de banca comercial a realizar operaciones a precios muy inferiores a los vigentes en los mercados, siendo necesario cerrar pérdidas si se decidiera cubrir el riesgo de tipos de interés.

Un cliente solicita un préstamo a 3 años. El gestor evalúa el riesgo crediticio del cliente y estima que debe pagar 15 puntos básicos sobre el tipo de mercado al mismo plazo, es decir, el cliente debe pagar por el préstamo un 6,15% (6% + 0,15%). Supongamos que el cliente ha conseguido una oferta de la competencia para pagar sólo 5 puntos básicos por encima del tipo de mercado, es decir, para pagar un 6,05% (6% + 0,5%).

El gestor, considerando que le van a aplicar un tipo de transferencia del 5% (tipo interbancario a 3 meses), decide mejorar la oferta y concede el préstamo al cliente al 5,90%. Por esta operación el gestor comenzará ganando un 0,90% (5,9%–5%) anual, seguro durante los primeros 3 meses; luego, dependerá de los movimientos del tipo interbancario a tres meses. Por su parte, si el área GAP tiene una visión de tipos al alza, por encima de la descontada por el mercado, y decide cerrar el riesgo de interés de la operación, entrará en un IRS pagando el 6%. Como la entidad sólo recibe el 5,90% del cliente, se habrá cerrado una pérdida de 0,10% por año, durante los próximos 3 años.

En esta situación de tipos, un gestor podría pensar que sus beneficios totales durante el año se incrementarían enormemente prestando a 3 años al 5,50%, porque su volumen de préstamos concedidos se multiplicaría (por ejemplo) por un número entre 5 y 10, en comparación con el que lograría prestando a tipos superiores al 6%. Esto llevaría a realizar un volumen enorme de transacciones que se cerrarían con pérdida segura si se cubriera el riesgo de tipos de interés.

- Un tipo de transferencia único no permite eliminar el riesgo de tipo de interés del balance de operaciones del área de banca comercial, por lo cual este área se verá obligada a gestionar dicho riesgo asumiendo así las funciones que corresponden al área GAP.

En el segundo ejemplo de los expuestos en el punto anterior se puede comprobar cómo el margen del área de banca comercial será del 0,90% durante los tres primeros meses; a partir de entonces su margen dependerá de la evolución del tipo interbancario a 3 meses. En los periodos en que dicho tipo sea inferior al 5,90% tendrá un margen positivo, mientras que en los periodos en que el tipo interbancario a 3 meses sea superior al 5,90% su margen será negativo. Por tanto el área de banca comercial se verá obligada a gestionar el riesgo de tipo de interés de su margen, función que le debería corresponder al área GAP.

- El tipo de transferencia único no permite distribuir el margen de las operaciones comerciales de forma que al área de banca comercial se le remunere por la gestión del riesgo de crédito y al área GAP por la gestión del riesgo de mercado.

El hecho de que no se pueda separar el beneficio logrado para retribuir el riesgo de crédito (que sería el margen sobre el costo de cobertura) del debido a la toma de posiciones especulativas sobre los tipos de interés, impide valorar correctamente las propuestas de operaciones de banca comercial en función del riesgo de crédito asumido, lo cual es imprescindible para poder evaluar si la compensación es adecuada al riesgo de crédito asumido.

- El tipo de transferencia único no permite al área GAP medir y gestionar de una forma integrada del riesgo de tipo de interés generado por el negocio de banca comercial.

Como ya se expuso en la introducción, para que el área GAP pueda medir y gestionar el riesgo de cartera y el riesgo estructural del negocio de banca comercial, es absolutamente imprescindible tener un sistema de tipos de transferencia que permita cubrir el riesgo de tipo de interés de cada una de las operaciones que realice el área de banca comercial, y en función de lo ya expuesto, es fácil entender que un sistema de tipos de transferencia basado en un tipo único no permite realizar dicha cobertura.

Por tanto, en función de todas las razones anteriormente expuestas, es necesario recomendar a las entidades que utilicen una curva de tipos de transferencia en lugar de un tipo de transferencia único. Generalmente se tomará como base la curva de tipos interbancarios<sup>5</sup> ya que estos reflejan el costo/ingreso marginal al cual el área GAP puede financiarse/invertir en el mercado interbancario.

### Valoración de operaciones de banca comercial

En general el procedimiento de valoración de una determinada operación se basa en calcular el valor actual de los flujos que dicha operación generará en el futuro, entre la fecha actual y la fecha de vencimiento. Por tanto para poder valorar adecuadamente una operación es necesario conocer o poder calcular las fechas de devengo de flujos y el montante de los mismos, así como las tasas de descuento adecuadas para actualizar dichos flujos desde sus fechas de devengo hasta el momento actual.

En el caso de las operaciones de tesorería, se suele conocer con bastante exactitud las fechas de devengo de flujos y, en cuanto al montante de los mismos, o se conoce exactamente (bonos, depósitos, etc.) o se conoce el método para calcularlo (*swap*, opción, etc.).

Las operaciones de banca comercial tienen una casuística específica, desde el punto de vista de su valoración, en función del grado de definición de los diferentes contratos. En el Cuadro 4-1 se exponen tres de los contratos más habituales en el negocio de banca comercial, así como el grado de definición de los mismos.

**Cuadro 4-1. Grado de definición de los contratos**

		Pagos de principal		Pagos de intereses	
		Fecha	Importe	Fecha	Importe
Préstamos sin opciones	Tipo fijo	Conocido	Conocido	Conocido	Conocido
	Tipo flotante	Conocido	Conocido	Conocido	Método de cálculo conocido
Préstamos con opciones	Tipo fijo	Conocido	Método de cálculo conocido	Conocido	Método de cálculo conocido
	Tipo flotante	Conocido	Método de cálculo conocido	Conocido	Método de cálculo conocido
Cuenta	Corriente	Desconocido	Desconocido	Conocido	Desconocido

A continuación se exponen los puntos críticos de la valoración de estos tres tipos de contratos.

<sup>5</sup> En ausencia de tipos interbancarios a largo plazo (*interest rate swaps*) las entidades pueden utilizar los tipos a los que prestan a los clientes de mejor calidad crediticia (tipos preferenciales).

## PRÉSTAMOS SIN OPCIONES

En los préstamos sin opciones están perfectamente definidos en los contratos tanto las fechas de devengo de flujos como el monto de estos (amortizaciones de principal e intereses). Por tanto la problemática de valoración de este tipo de instrumentos únicamente radica en determinar las tasas de descuento adecuadas para actualizar dichos flujos desde sus fechas de devengo hasta el momento actual, para lo cual las entidades pueden proceder de la siguiente forma:

- Segmentar la cartera actual de préstamos sin opciones en grupos en función de la calidad crediticia de las contrapartidas y de los plazos de vencimiento.
- Determinar para cada uno de los grupos anteriores, la prima por riesgo crediticio (*spread* crediticio). Para definir la tabla de *spreads* crediticios de acuerdo con calidades crediticias y plazos hay dos alternativas:
  - Utilizar los *spreads* en tipo a los que están cotizando emisiones de entidades de diferentes calidades crediticias y a diferentes plazos en relación a los tipos de los activos libres de riesgo crediticio (por ejemplo, deuda pública).
  - Calcular internamente dichos *spreads* estimando para ello las pérdidas crediticias esperadas más un ajuste por prima de riesgo<sup>6</sup>.

La estimación de pérdidas esperadas se puede basar en la experiencia propia de la entidad (análisis histórico de los incumplimientos de la cartera crediticia de la entidad) o través del *rating* crediticio, utilizando las tablas de pérdidas esperadas que publican las agencias de calificación crediticia.

El ajuste por prima de riesgo puede ser definido de tal forma que se consiga el RORAC crediticio objetivo. El ajuste también se puede deducir como diferencia entre los tipos de mercado a los que cotizan emisiones (incluso de otros países) de entidades de diferentes calidades crediticias y a diferentes plazos en relación a las pérdidas crediticias esperadas.

- Calcular los tipos libres (TIR) de riesgo crediticio existentes para los diferentes plazos y sumarles los *spreads* anteriormente calculados, obteniendo así las curvas de tipos de interés para cada una de las calidades crediticias en las que han segmentado las carteras.

## PRÉSTAMOS CON OPCIONES

En el negocio de banca comercial existen préstamos (principalmente los hipotecarios) en los cuales los clientes tienen la opción de prepagar anticipadamente cantidades adicionales a las contempladas (cuotas de amortización) en la estructura de amortización definida contractualmente.

Cuando la banca comercial concede un préstamo de estas características, implícitamente también le está vendiendo al cliente una opción de prepago que éste ejercerá cuando el importe a aportar en el momento de la cancelación sea inferior al importe disponible al reemplazar el

<sup>6</sup> En el capítulo 5 se expone en detalle el concepto de pérdida crediticia esperada (provisión crediticia), la cual debe ser considerada como un costo, puesto que se trata de la mejor estimación de las pérdidas que se espera sufrir. El margen cargado a los clientes en las operaciones deberá ser suficiente para cubrir la provisión y obtener un beneficio adicional (prima de riesgo) que retribuya el capital arriesgado, con el fin de obtener un RORAC crediticio adecuado.

préstamo por otro idéntico (con el mismo tipo, vencimiento y opciones de prepago). Esto es cuando el pago en la cancelación sea inferior al valor de mercado del préstamo. En el momento de la concesión de un préstamo la banca comercial debe repercutir en el precio de la operación el valor de dicha opción, calculado teniendo en cuenta las penalizaciones existentes en caso de amortización anticipada (generalmente un porcentaje de la cantidad amortizada anticipadamente).

De igual forma, el valor de una cartera de préstamos con opciones de prepago en un momento determinado será igual al valor de dicha cartera sin considerar su opcionalidad (dicho valor se calculará según lo expuesto en el punto anterior) menos el valor de mercado de la cartera de opciones de prepago.

Para poder valorar la cartera de opciones de prepago es necesario desarrollar un modelo que permita determinar estadísticamente las probabilidades de prepago en los diferentes momentos de la vida de los préstamos.

En general un modelo de estas características determina el saldo que se espera prepagar a través de dos funciones:

- Función 1. Es una función que recoge el efecto de las variables de entorno que los clientes tienen en cuenta a la hora de prepagar su hipoteca. Se pueden utilizar múltiples variables, aunque las más utilizadas suelen ser:
  - Diferencia entre el tipo (TIR) de la hipoteca considerada en ese momento y el tipo de mercado de las hipotecas a un plazo igual a su vida residual. Lógicamente, es de esperar que el coeficiente asociado a esta variable en el modelo sea positivo ya que cuanto mayor sea el tipo de la hipoteca en relación al tipo de mercado mayor es el incentivo para prepagar.
  - Diferencia entre el tipo de la hipoteca y los tipos de mercado elevado a un exponente superior a uno que introduce una aceleración del prepago, ya que cuando esa diferencia se hace grande, el efecto sobre el prepago es más que proporcional a la diferencia de tipos. El coeficiente asociado a esta variable en el modelo también debe ser positivo pero con una influencia más limitada, es decir el coeficiente de esta segunda variable será pequeño (si es muy pequeño la variable puede omitirse).
  - Proporción de la hipoteca o conjunto de hipotecas ya prepagadas. Esta variable trata de recoger el denominado efecto "Burnout", según el cual dentro de una determinada cartera de hipotecas, las hipotecas que no se han prepagado corresponden a clientes menos sensibles a las variables que influyen en el prepago, por lo que cada vez es más difícil que se produzcan nuevos prepagos. Por tanto, esta variable en un momento  $t$

la modelizaremos como  $\ln \frac{A_t}{B_t}$ , donde  $A_t$  es la proporción de principal que quede por pagar en  $t$  y  $B_t$  es la proporción de principal que quedaría por pagar en  $t$  si no se hubiera prepagado nada salvo lo estrictamente convenido contractualmente.

- Una variable que recoja el efecto de la estacionalidad a lo largo del año. La tendencia a prepagar puede depender de los cambios de residencia (que se suelen dar más en vacaciones, al final del curso escolar, etc.), de la liquidez de las familias (meses de mayores ingresos), etc.
- Función 2. Es una función que depende básicamente de la edad de la hipoteca y que trata de recoger el comportamiento de la clientela que no depende de las variables de entorno. Refleja el comportamiento intrínseco medio de prepago de la clientela: la probabilidad de prepago tiende a ser muy pequeña en los primeros años, aumentando después para disminuir cuando la hipoteca es ya antigua.

## CUENTAS CORRIENTES

Según se expuso anteriormente, las cuentas corrientes son los contratos que presentan un mayor grado de indefinición y por tanto son los contratos que presentan la problemática de valoración más compleja.

La primera cuestión que se debe resaltar es que dentro de la denominación genérica de cuentas corrientes existe una gran tipología de productos comerciales, los cuales es conveniente clasificar en diferentes grupos con el fin de facilitar el análisis. Los criterios de clasificación pueden ser, por ejemplo, la remuneración (cuentas corrientes de baja, media y alta remuneración) y el tipo de clientela al que van destinadas (cuentas corrientes para particulares, para empresas, etc.).

Para poder valorar y calcular la sensibilidad a variaciones de tipos de las cuentas corrientes hay que definir modelos que permitan explicar el comportamiento de los tipos y los saldos de las diferentes categorías de cuentas corrientes.

A modo de ejemplo, podemos definir un modelo del comportamiento de los tipos de las cuentas corrientes según la siguiente ecuación:

$$TCC_t = \overline{TCC_{t-1,t-n}} + (a \cdot \Delta Tr) + (b \cdot \Delta Sp)$$

donde,

- $TCC_t$  es el tipo actual de las cuentas corrientes
- $\overline{TCC_{t-1,t-n}}$  es la remuneración media de las cuentas corrientes en el período desde “t-n meses” hasta “t-1 meses”. Hay que probar cual es el periodo histórico que mejor se ajusta en el modelo.
- $DTr$  es la variación del tipo de interés de referencia. Hay que analizar cuál es tipo de mercado que se utiliza en la entidad como referencia para definir los tipos de las cuentas corrientes: generalmente será un tipo interbancario a corto plazo lo suficientemente líquido. La forma de medir la variación del tipo de interés de referencia cambia para cada categoría de cuentas corrientes, en general se mide como la diferencia entre:
  - El tipo de referencia actual ( $Tr_t$ ) o la media del tipo de referencia entre la fecha actual y una fecha anterior  $\overline{TCC_{t,m}}$ .
  - La media del tipo de referencia en un periodo anterior ( $\overline{Tr_{t-m',t-n}}$ ), siendo  $m'$  un momento igual o anterior a  $m$ .
- El coeficiente  $a$  que acompaña a  $DTr$  es la sensibilidad a la variación del tipo de interés de referencia definida en el punto anterior. La sensibilidad de los tipos de las cuentas corrientes a los cambios del tipo de referencia es asimétrica, es decir, las entidades repercuten más en el tipo de las cuentas corrientes las bajadas del tipo de referencia que las subidas.

El signo de este coeficiente es positivo ya que existe una relación directa entre la variación del tipo de referencia y la variación del tipo de las cuentas corrientes. El valor de este coeficiente va a depender de:

- La categoría de cuentas corrientes: suele ser mayor para las cuentas de particulares que para las de empresas, es decir, ante una misma variación de tipos (positiva o negativa) las entidades suelen realizar un mayor ajuste (positivo o negativo) en las cuentas corrientes de particulares que en las de empresas.

- El signo de la variación del tipo de interés de referencia ( $\Delta Tr$ ): el coeficiente va a ser mayor cuando dicha variación sea negativa y menor cuando sea positiva, por el efecto de la asimetría anteriormente comentada.
- $\Delta Sp$  es la diferencia entre el *spread* existente respecto al *spread* objetivo. El *spread* o diferencial es la diferencia entre el tipo de referencia y el tipo de las cuentas corrientes. La forma de medir la variación del diferencial cambia para cada categoría de cuentas corrientes. En general se mide como la diferencia entre las dos siguientes magnitudes:
  - El *spread* objetivo ( $Sp_{ob}$ ). Las entidades tratan de mantener un cierto diferencial objetivo entre el tipo de referencia y el tipo de las cuentas corrientes, de tal forma que cuando el diferencial real es superior al objetivo se suelen desatar presiones competitivas que obligan a la entidad a subir los tipos de las cuentas corrientes. Por el contrario, cuando el diferencial real es inferior al objetivo las entidades tenderán a bajar los tipos de las cuentas corrientes para aumentarlo. El *spread* objetivo es diferente para cada categoría de cuentas corrientes (suele ser mayor para particulares que para empresas).
  - La media del *spread* en un periodo anterior ( $\overline{Sp}_{t-m, t-n}$ ).
- El coeficiente  $b$  que acompaña a  $\Delta Sp$  es la sensibilidad de los tipos de las cuentas corrientes a la variación del *spread* definida en el punto anterior. Cuanto mayor sea este coeficiente supone una mayor velocidad de ajuste del *spread* existente al *spread* objetivo.

El signo de este coeficiente es negativo ya que existe una relación inversa entre el nivel del diferencial respecto al diferencial objetivo y la variación del tipo de las cuentas corrientes. Cuando el diferencial existente es superior al objetivo la entidad tenderá a subir el tipo de las cuentas corrientes para reducir el *spread* hasta el objetivo, y al contrario si la variación del *spread* es positiva.

El valor de este coeficiente va a depender de la categoría de cuentas corrientes, por ejemplo, suele ser mayor para las cuentas de empresas que para las de particulares, es decir, la velocidad de ajuste del *spread* hacia el objetivo suele ser superior en las cuentas corrientes de empresas que en las de particulares.

De la misma forma, habría que desarrollar un modelo del comportamiento de los saldos de las cuentas corrientes. Teniendo en cuenta que los saldos de las cuentas corrientes dependen en parte de los tipos de remuneración de las mismas, parece lógico pensar que algunas de las variables expuestas en el modelo anterior pudiesen ser también explicativas de la evolución de los saldos de las cuentas corrientes. En el modelo de saldos es muy importante recoger el efecto de la estacionalidad, tanto en el caso de particulares (meses con pagas extras, meses de mayor consumo, etc.) como en el caso de empresas (pago de nóminas, impuestos, etc.).

### Metodologías tradicionales de medición del riesgo de mercado del negocio de banca comercial

En este apartado se describen en primer lugar las metodologías que tradicionalmente han utilizado las entidades financieras para medir el riesgo de mercado del negocio de banca comercial, para pasar posteriormente a analizar y comparar dichas metodologías con el enfoque alternativo anteriormente propuesto.

## DESCRIPCIÓN DE LAS METODOLOGÍAS TRADICIONALES

La primera fase que acometen las entidades en el proceso de implantación de un sistema de medición del riesgo de mercado del negocio de banca comercial es la modelización del balance del área de banca comercial con el fin de crear un balance GAP que permita gestionar el riesgo de mercado (fundamentalmente el de tipo de interés).

Posteriormente, y tomando como base el balance GAP, suelen aplicar dos tipos de metodologías básicas para medir el riesgo del negocio de banca comercial. Dichas metodologías son la de *gap* o brecha y la simulación.

### Modelización del balance de banca comercial

La modelización consiste en agrupar todos los productos y partidas contables que componen el balance de la banca comercial en líneas de balance que tengan un comportamiento homogéneo en relación con el riesgo de mercado. El conjunto de estas líneas definidas conforman lo que se denomina el balance de gestión de activos y pasivos o balance GAP.

La modelización implica un perfecto conocimiento del funcionamiento del negocio de banca comercial, de sus políticas y de sus productos, para lo cual se suele recurrir a tres fuentes de información fundamentales:

- Desarrollo del balance contable y confidencial.
- Catálogo de productos de la banca comercial.
- Entrevistas con los responsables del negocio de banca comercial.

El proceso de definición y estructuración del balance GAP del negocio de banca comercial suele comprender las siguientes etapas:

- Análisis de sensibilidad. A partir del balance contable de la banca comercial se realiza una primera división entre partidas sensibles e insensibles a variaciones de los tipos de interés. Posteriormente, y con el apoyo del catálogo de productos se diferencian los productos sensibles a tipo fijo y los sensibles a tipo variable.
- Agrupación de productos en líneas de balance GAP. Una vez que los productos de la banca comercial han sido clasificados en función de su sensibilidad, estos son agrupados en líneas de balance GAP de comportamiento homogéneo, según plazos de contratación, tipos de referencia, *spreads*, plazos de revisión (productos a tipo variable), moneda, etc.
- Contraste de la modelización con las áreas implicadas. Realizada una primera aproximación al balance GAP del negocio de banca comercial, se lleva a cabo una ronda de entrevistas con las áreas de la entidad implicadas en dicho negocio. El objetivo de estas entrevistas es contrastar y consensuar la modelización realizada, con el fin de recabar opiniones alternativas de los responsables de los productos que se recogen en las líneas de balance GAP, en relación con los siguientes temas:
  - Definición de las líneas de balance GAP.
  - Imputación de los productos de la entidad a las líneas de balance GAP.
  - Plazos de vencimiento y de revisión de tipos (productos a tipo variable).
  - Características operativas de los productos.
  - Posibilidades de obtener la información necesaria para realizar simulaciones de línea de balance GAP.

- Políticas de contratación en plazos y precios.
- Opciones de la clientela (cancelaciones anticipadas).

El criterio que se debe aplicar a la hora de definir el balance GAP del negocio de banca comercial es optimizar el número de líneas de dicho balance con el fin de tener una desagregación que permita recoger y analizar la realidad de la entidad y que a su vez no plantee problemas importantes para mantener dicho balance en el futuro, con la información necesaria para poder realizar simulaciones.

### Método del *gap* o brecha

El *gap*<sup>7</sup> o brecha es la diferencia entre activos y pasivos que son sensibles al tipo de interés (revisan tipos o vencen) en un determinado período. Por ello, este *gap* es un índice de la exposición del balance de la banca comercial a las alteraciones en los tipos de interés. Se trata de una medida de carácter estático, útil como primera aproximación al riesgo de tipo de interés implícito en la cartera actual de la banca comercial, pero sin proyección futura.

La existencia de un *gap* positivo (volumen de activos sensibles que vencen o revisan tipos mayor que el volumen de pasivos sensibles que vencen o revisan tipos) en un determinado período, implica que una caída de los tipos de interés de mercado (tipos de referencia) afectará negativamente al margen financiero, ya que los ingresos financieros disminuirán en mayor proporción que los gastos, al vencer o revisar tipos un mayor volumen de activos sensibles que de pasivos sensibles. Por el contrario, un incremento de los tipos de interés afectará positivamente al margen financiero, al incrementarse los ingresos financieros en mayor proporción que los gastos. Por el contrario, la existencia de un *gap* negativo en un determinado período, implica un incremento del margen financiero si los tipos caen y una disminución de dicho margen si los tipos se incrementan.

El *gap* permite realizar una aproximación muy básica de la variación del margen financiero multiplicando dicho *gap* por la variación esperada en los tipos de referencia. Esta aproximación cuenta con restricciones:

- Supone que los volúmenes permanecen siempre en balance y se renuevan siempre al vencimiento.
- Supone desplazamientos paralelos de las curvas de tipos, no considerando la posibilidad de movimientos concretos para diferentes plazos de dichas curvas.
- Supone que la alteración de los tipos afecta por igual a todos los plazos, monedas y productos, sin tener en cuenta la distinta sensibilidad a variaciones de tipos de interés.

### Método de simulación

La simulación es una técnica que permite realizar proyecciones del margen financiero del negocio de banca comercial y del valor de dicho negocio a partir de la combinación de posibles escenarios de tipos de interés, con políticas de contratación en plazos, precios y estrategias de presupuestación de la entidad.

<sup>7</sup> Nótese la diferencia entre la abreviatura GAP utilizada en este libro para hacer referencia a la gestión de activos y pasivos y el término inglés *gap* que significa brecha o hendidura y que se aplica a la metodología que se explica en esta sección.

Esta técnica requiere un gran volumen de información (Figura 4-1), dado su carácter eminentemente dinámico. En concreto para cada línea de balance GAP se necesita conocer:

- Datos reales: saldo por plazos de vencimiento o revisión y tipos de salida
- Datos previsionales: presupuestos, políticas de contratación en plazos y precios.

Figura 4-1. Método de simulación



El objetivo de esta técnica es estimar, en función de toda la información anteriormente especificada, cual podría el balance del negocio de banca comercial en diferentes momentos futuros, para poder así simular ante diferentes escenarios de tipos de referencia y presupuestos la evolución del margen financiero y del valor de dicho negocio. Por tanto la eficiencia de este método depende fundamentalmente de la capacidad de la entidad para prever la evolución de los saldos de los productos de banca comercial, así como de sus políticas de contratación en plazos y precios.

## ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS METODOLOGÍAS

El método del *gap* o brecha es, en cierta forma, una aproximación muy general a la medición del denominado riesgo de cartera. Anteriormente se ha planteado que para medir el riesgo de mercado de la cartera de operaciones vivas de la banca comercial el área GAP debe calcular el valor de cada una de las operaciones, para posteriormente poder calcular la sensibilidad del valor de dicha cartera a variaciones de los tipos de interés.

El *gap* es una representación de la posición que permite estimar la variación de valor de la cartera actual. Sin embargo esta estimación es en gran parte inexacta, porque:

- El *gap* omite el cálculo del valor actual de la cartera, con lo que no se determina correctamente el importe a proteger frente a oscilaciones adversas de los tipos. Esto es especialmente importante cuando en la cartera existen préstamos a empresas o bonos de baja calidad crediticia, por ejemplo:

*Un préstamo de 100 millones de pesos chilenos, a tipo fijo, con 5 años de vida residual, concedido a una contrapartida cuya calidad crediticia ha descendido considerablemente después de la concesión del préstamo, tendrá (en ausencia de movimientos de los tipos de interés del mercado) un valor actual muy inferior al nominal, por ejemplo, 70 millones de pesos, reflejando una alta probabilidad de quiebra. Son las oscilaciones de este valor las que han de ser cubiertas. En el enfoque del gap esto no se tiene en cuenta, de modo que si el préstamo se financió con una operación con el mismo vencimiento y a tipo fijo, el análisis del gap no mostrará ningún riesgo. Sin embargo, los flujos finales del préstamo concedido tienen una alta probabilidad de no llegar a ser cobrados; por el contrario, los flujos de la operación de financiación han de ser devueltos, para evitar la quiebra del propio banco. Por ello, la sensibilidad de la operación de financiación, cuyo valor actual será cercano a 100 millones, será mayor que la del préstamo. La diferencia de valores pone de manifiesto el riesgo de mercado abierto.*

- El gap no permite calcular los cambios de valor de manera inmediata a partir de los cambios en los tipos de interés de referencia. Este cálculo puede efectuarse con sencillez cuando la posición se representa como en el negocio de tesorería, mediante sensibilidades o por swaps. El gap puede construirse agrupando los vencimientos en torno a los plazos de los tipos de interés de referencia, lo que permite a la entidad hacerse una idea de la sensibilidad (a través de la duración), pero esta no queda reflejada de forma explícita en el gap.
- El gap no refleja adecuadamente las opciones incluidas en las operaciones. Se suelen hacer hipótesis sobre el comportamiento de los clientes al ejercitar las opciones (por ejemplo, al prepagar hipotecas), incluso en distintos escenarios. Al no conocer su valor ni modelizar sus fluctuaciones en función de los cambios de los tipos, no se logra determinar el modo de estabilizarlo (cubrirlo), ni una medición de riesgo completa, asignando probabilidades a los niveles de pérdida.

Por otra parte, el análisis de escenarios abre incertidumbres acerca de cuál es realmente la posición sin ofrecer respuestas claras al respecto, por ejemplo:

*Si el principal de hipotecas a tipo fijo que han de pagar los clientes dentro de 5 años asciende a 100 millones de pesos mexicanos, puede sustituirse por 80 millones en un escenario de bajada de 2 puntos de los tipos de interés (considerando que los 20 restantes serán prepagados) o por 60 en caso de 3 puntos de bajada, y dejarse igual en un escenario de subida de tipos; pero entonces ¿cuánto hay que financiar a 5 años para eliminar el riesgo: 100, 80 o 60 millones? Puede elegirse el importe correspondiente al escenario más probable, pero ello hace que el reflejo de la posición dependa de las propias expectativas, y dos entidades con la misma cartera pueden así considerar que su posición es diferente.*

- En el enfoque del gap las cuentas corrientes se asignan arbitrariamente a uno o varios plazos, tratando de distinguir aquellas cuyos tipos son sensibles a los del mercado (por ejemplo, interbancario) de las que no son sensibles. Como en el caso de las opciones, sólo un análisis de su valor actual y del cambio de éste al modificar la curva de tipos puede reflejar correctamente el riesgo e indicar las operaciones a realizar en los mercados financieros para anularlo, si así se desea.

Por todo ello, el enfoque de gap o brecha no puede sustituir al de gestión del riesgo de cartera basado en el valor actual y su sensibilidad a movimientos de los tipos de interés.

Por su parte, el método tradicional de simulación del margen pretende, en cierta forma, medir el riesgo estructural, pero presenta claras deficiencias en comparación con la gestión del riesgo estructural basada en el valor del negocio:

- En la metodología tradicional de simulación los escenarios futuros no son realistas, ya que se basan en adivinar, con varios años de antelación, la estructura completa del balance (saldos, vencimientos, proporción a tipo fijo y variable, etc.) y las decisiones de cobertura tomadas en el futuro, dependientes de la situación del mercado y las expectativas de los gestores en el futuro. Por ello, aquellas entidades que aplican este tipo de metodología no suelen analizar horizontes de más de 3 años.

En el enfoque basado en la gestión del valor actual del negocio se considera que se cubren completamente todas y cada una de las operaciones; por ello las previsiones se centran en el saldo de grandes partidas y los márgenes por unidad monetaria, utilizando para ello tanto el proceso presupuestario de la entidad como modelos que relacionen los saldos y los márgenes con los tipos de interés. Estas previsiones pueden efectuarse con un grado de fiabilidad mucho mayor que el de la estructura del balance. Por otra parte, la consideración de que las operaciones futuras se cubren individualmente permite centrar el análisis en el negocio de banca comercial, aislándolo de la toma de posiciones en los mercados financieros. Si ello no se hace así, implícitamente se está incluyendo en el margen futuro el acierto de los gestores de riesgo de mercado, e incluso pretendiendo tomar decisiones de cobertura hoy relacionadas con las posiciones que se dejen abiertas en el futuro, lo cual no parece muy coherente.

- La metodología tradicional de simulación suele centrarse en el margen financiero, o en el ordinario, sin incorporar los costos ni llegar al beneficio distribuable (o flujos monetarios libres), con lo que no permite determinar el valor del negocio, ni su sensibilidad a los tipos de interés.
- El análisis del margen durante un número limitado de años (normalmente no más de 3) deja sin gestión activa la parte del valor de la entidad que se debe a su funcionamiento a largo plazo, lo cual representa una proporción sustancial del valor. La gestión del valor actual equivale a la gestión de la totalidad de los beneficios futuros (no sólo los de unos pocos años) ponderándolos de acuerdo con el valor temporal del dinero. Si se limita arbitrariamente el horizonte de gestión, en años posteriores al mismo pueden sufrirse grandes pérdidas en los márgenes por variaciones de los tipos de interés que ya habían sido anticipadas por variaciones en los tipos de largo plazo, recogidos en los bonos emitidos por los estados, pero ante las cuales no se había tomado ninguna medida.

Si se analiza la naturaleza de los riesgos de cartera y estructural, es fácil comprender que, una entidad pueda y deba prever la evolución temporal de su riesgo estructural, pero que sin embargo, carezca de sentido tratar de prever la evolución temporal de su riesgo coyuntural, como se hace en el método de simulación, ya que esto implica tratar de adivinar cual va ser su cartera de operaciones comerciales y su cobertura real dentro de unos meses o años. Es algo similar a pretender saber hoy cual va a ser la posición de una cartera de *trading* en el futuro.

Puede comprenderse que caso de existir un entorno de tipos de interés estable, con márgenes financieros amplios, alta estabilidad en el comportamiento de la clientela y escasa competencia, y en el supuesto de que las entidades únicamente puedan gestionar el riesgo de mercado a través de estrategias de balance, se tienda a utilizar las metodologías tradicionales anteriormente comentadas.

Por el contrario en entornos volátiles, con márgenes reducidos y una competencia fuerte, la gestión del riesgo de mercado del negocio de banca comercial cobra una importancia

estratégica y debe ser abordada de forma mucho más exhaustiva y precisa. En este caso las entidades deben tender a utilizar el enfoque inicial, fundamentalmente si pueden ejecutar estrategias con instrumentos financieros (bonos, depósitos, IRS, *caps*, *floors*, etc.) para gestionar y cubrir el riesgo de mercado del negocio de banca comercial, tanto en su componente de riesgo de cartera como en su componente estructural.

# Gestión y control del riesgo de crédito

## Introducción

Desde un punto de vista general, se puede definir el riesgo de crédito como la posibilidad de sufrir pérdidas si los clientes y contrapartidas, con las que la entidad tiene contratadas operaciones, incumplen los compromisos contractuales que han adquirido, por falta de solvencia.

Una entidad financiera asume riesgo de crédito en los diferentes negocios en los que opera. En la actividad de banca comercial (corporativa, de empresas, de personas, etc.) las entidades asumen riesgo de crédito por los préstamos, líneas de crédito, garantías, avales, etc. que conceden. En la actividad de tesorería las entidades asumen riesgo de crédito por las posiciones (bonos, depósitos, acciones, adquisiciones temporales de activos, etc.) que mantiene en el activo de sus balances y por las posiciones en instrumentos derivados negociados en mercados OTC (*forwards, swaps, opciones, etc.*).

La naturaleza del riesgo de crédito, así como los criterios de gestión y control de dicho riesgo, son exactamente iguales tanto para el negocio de banca comercial como para el de tesorería, la única diferencia radica en la metodología concreta a aplicar para el tipo de productos con los que se opera en los mencionados negocios.

Las entidades deben gestionar y controlar el riesgo crediticio que asumen de una forma agregada, teniendo en cuenta tanto las posiciones de banca comercial como las de tesorería. Igualmente, los límites de riesgo de crédito por contrapartidas deberán ser asignados para todo tipo de operaciones (banca comercial y tesorería) y el consumo de los mismos deberá ser controlado también de forma agregada.

Para que una entidad pueda gestionar y controlar adecuadamente el riesgo crediticio deberá encontrar respuesta a las siguientes cuestiones:

- Cuestiones sobre las pérdidas posibles (riesgo)
  - *¿Cuanto se perdería en cada una de las posiciones en caso de quiebra de las correspondientes contrapartidas?* Para poder responder a esta cuestión la entidad deberá calcular la *exposición crediticia* de cada una de sus posiciones.
  - *¿Cual es la pérdida crediticia esperada de cada una de las operaciones?* Para poder responder a esta segunda cuestión la entidad deberá calcular la *provisión crediticia* de cada una de las operaciones vivas.
  - *¿Cual es la máxima pérdida crediticia estimada de una cartera de operaciones?* Para responder a esta pregunta es necesario calcular el *capital en riesgo crediticio*.
- Cuestiones sobre los beneficios esperados y reales
  - *¿Qué rentabilidad se espera obtener sobre el capital en riesgo crediticio de una cartera de operaciones? ¿Qué beneficios se han obtenido en un cierto período? ¿Cómo compararlos con el capital arriesgado en dicho período?* Para responder a estas preguntas es necesario estimar el *RORAC crediticio*, o sea, la rentabilidad crediticia ajustada según riesgo.

- Cuestiones sobre la posición crediticia
  - *¿Cómo debe reflejarse la posición crediticia? ¿En base a importes nominales, valores de mercado, medidas de riesgo (exposición, provisión, capital, etc.)? ¿Cómo reflejar la diversificación? ¿Cómo impactan las nuevas operaciones sobre las pérdidas posibles y los beneficios esperados? Para responder a estas preguntas la entidad debe decidir cómo describir su posición crediticia.*

En la primera parte de este capítulo se realiza una primera aproximación a las cuestiones anteriormente expuestas. En la segunda parte se exponen, de forma resumida, las líneas fundamentales del riesgo de crédito en el negocio de banca comercial, con el objetivo de clarificar el paralelismo existente con el riesgo de crédito en tesorería. La tercera parte constituye el núcleo del capítulo y en ella se desarrollan en profundidad todos los aspectos relativos a la gestión y el control del riesgo de crédito en el negocio de tesorería.

## EXPOSICIÓN CREDITICIA

La exposición crediticia mide el valor de la pérdida que se produciría en un cierto instante si una contrapartida se negara a cumplir sus obligaciones contractuales (porque éstas tienen un valor negativo para ella y además se encuentra en situación de quiebra) y no se recuperara ninguna parte del valor de los contratos.

Nótese que únicamente generan riesgo de crédito las operaciones de balance que componen el activo de la entidad y las operaciones de fuera de balance que representan derechos de cobro en el presente o que pueden llegar a representarlos en momentos futuros del tiempo.

La exposición crediticia tiene una componente actual, que es equivalente al costo de reemplazamiento de la operación, y una componente potencial, relacionada con la estimación de la evolución futura del valor de la operación.

La entidad tiene una *exposición crediticia actual* igual al costo de reemplazar las operaciones vivas a los tipos o precios actuales de mercado (valor de mercado), siempre y cuando dicho valor de mercado sea positivo para la entidad. Para cada una de las operaciones, la exposición crediticia actual representa el costo de reposición, en el caso de que la contraparte quebrase en la fecha actual.

La *exposición crediticia potencial* representa cómo puede evolucionar la exposición crediticia actual a lo largo de la vida de la operación, dadas las características de cada operación y los cambios en las condiciones de mercado.

La exposición crediticia potencial sólo queda completamente caracterizada si en cada instante futuro se da una distribución de los posibles valores de la operación con su correspondiente probabilidad. Dado que lo anterior sería muy difícil de calcular suele sustituirse esta caracterización por dos curvas:

- Exposición potencial máxima: máximo valor de la operación (o cero si es negativo) en cada instante, para un determinado nivel de confianza.
- Exposición potencial media: valor esperado de la operación (o cero si es negativo) en cada instante.

Un factor importante que se tiene que tener en cuenta en el proceso de evaluación del riesgo de crédito, es la posibilidad de que existan garantías que pasarían a ser propiedad de la entidad en caso de incumplimiento. La existencia de garantías reduce la exposición crediticia, por el valor de mercado de las mismas.

## PROVISIÓN CREDITICIA

La provisión crediticia de una determinada operación es igual al valor actual de las pérdidas crediticias esperadas, desde la fecha actual hasta la fecha de vencimiento de la operación.

La pérdida esperada de una operación, por quiebra de la contrapartida en un determinado momento  $t$  de su vida, es igual a:

$$\text{Pérdida crediticia esperada}_t = (1 - p_r) * C_t * q_t$$

donde  $C_t$  es el valor que se espera que tenga la operación en el momento  $t$  (exposición crediticia)<sup>1</sup>,  $q_t$  es la probabilidad de quiebra de la contrapartida en el momento  $t$  y  $p_r$  es el coeficiente de recuperación.

Por tanto la provisión crediticia para una determinada operación será igual al sumatorio de las pérdidas crediticias esperadas en los diferentes momentos hasta el vencimiento de la operación, traídas a valor actual:

$$\text{Provisión crediticia} = (1 - p_r) * \sum_{t=1}^n C_t * q_t * D_t$$

donde  $D_t$  es el factor de descuento o actualización del valor desde el instante  $t$  hasta el momento actual.

La provisión crediticia deberá ser considerada como un costo, puesto que se trata de la mejor estimación de las pérdidas que se espera sufrir. El margen cargado a los clientes en las operaciones deberá ser suficiente para cubrir la provisión y obtener un beneficio adicional (prima de riesgo) que retribuya el capital arriesgado.

La provisión crediticia debe dotarse por anticipado, como pérdida, cuando se realiza una valoración a mercado de las posiciones.

## CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO

Al repercutir en el precio de las operaciones la provisión crediticia, la entidad se protege frente a las pérdidas crediticias esperadas. Pero si durante un período determinado las pérdidas crediticias reales son superiores a la provisión crediticia dotada, y la entidad no dispone del capital suficiente, puede producirse una situación de quiebra.

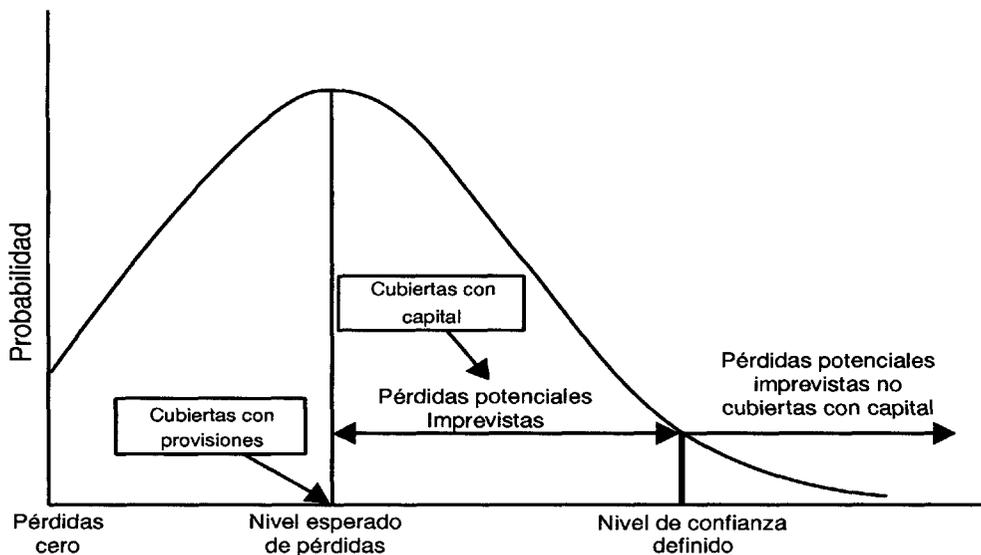
El *capital en riesgo crediticio* debe cubrir la máxima pérdida estimada de valor de una cartera, causada por razones crediticias (Figura 5-1). Dicha pérdida máxima debe determinarse con un cierto nivel de confianza y durante un cierto plazo. Un horizonte temporal razonable es un año, periodo suficiente para observar cambios en la calidad crediticia y para ajustar el capital disponible, además de permitir calcular una rentabilidad (RORAC) anual. El nivel de confianza elegido debe ser acorde con el *rating* deseado por la entidad, garantizando por ejemplo que se evita la propia quiebra en un 99,8%<sup>2</sup> de los años, lo cual implicaría una calificación de *investment grade* (inversión de calidad).

<sup>1</sup> Sólo existirá exposición al riesgo de crédito si el valor de mercado esperado de la operación en dicha fecha es positivo para la entidad.

<sup>2</sup> Este nivel de confianza es el que se requiere para toda la entidad después de tener en cuenta todos los efectos de diversificación, de manera que para las carteras o riesgos individuales el nivel de confianza puede ser algo inferior.

Por tanto, para calcular el capital en riesgo crediticio se debe determinar la provisión crediticia máxima dentro de un año, de tal forma que exista una probabilidad, por ejemplo del 99,8% (intervalo de confianza), de que dicha provisión crediticia máxima no se verá superada por la provisión crediticia real que habrá que dotar dentro de un año. La diferencia entre la provisión crediticia máxima dentro de un año y la provisión crediticia actual es el capital en riesgo crediticio, del que la entidad debe disponer para evitar su propia quiebra provocada por quiebras de las contrapartidas.

Figura 5-1. Pérdidas potenciales por riesgo de crédito



## RORAC CREDITICIO

El RORAC crediticio es la tasa interna de rendimiento (TIR) que obtienen los accionistas como consecuencia de su aportación inicial de capital para hacer frente al riesgo crediticio, y de las subsiguientes retiradas del mismo o aportaciones adicionales, junto con los beneficios obtenidos, a lo largo de la vida de la operación.

El RORAC crediticio debe calcularse en términos esperados, para decidir si conviene o no realizar una operación, y en términos históricos, para evaluar los resultados realmente obtenidos.

La entidad deberá estimar el capital en riesgo crediticio que tendrá que asignar a lo largo de la vida de la cartera de operaciones (no sólo en el instante actual), para poder calcular la *rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio* (RORAC).

Para cada una de las operaciones, la entidad puede estimar la rentabilidad que obtendrán los accionistas sobre el capital en riesgo crediticio que tienen que aportar, como la tasa de actualización que iguala a cero el valor actual neto de los siguientes flujos de caja:

- Los resultados esperados de la operación (después de impuestos).
- Aportaciones o retiradas de capital<sup>3</sup> que tendrán que realizar los accionistas a lo largo de la vida de la operación.
- Compensación de capital<sup>4</sup> (después de impuestos), consecuencia de invertir el capital en riesgo crediticio aportado en activos libres de riesgo.

## POSICIÓN CREDITICIA

La *posición crediticia* es una representación del riesgo crediticio asumido por la entidad y debe describirse de modo que se facilite la toma de decisiones a nivel global. Este proceso deberá centrarse en seleccionar la composición de la cartera de riesgo de crédito que maximiza la rentabilidad sobre el capital arriesgado. Para ello deberá clasificarse la cartera en grandes grupos de riesgo, fundamentalmente creando categorías de entidades con idéntico sector, país y calidad crediticia, e incluso desglosando por vencimiento.

Para cada categoría deben recogerse las diferentes medidas del nivel de riesgo: exposición, capital en riesgo y provisión. De esta manera se consigue un cuadro completo, aunque a costa de gran cantidad de cifras. La eliminación de parte de la información es difícil, porque la visión que ofrece cada una de las magnitudes por separado es limitada:

- La exposición actual no refleja cuánto se puede llegar a perder en el futuro.
- La exposición potencial estima las pérdidas futuras, pero la exposición máxima, por ejemplo, sobrestima el riesgo de los instrumentos derivados (es muy difícil que se alcance dicha exposición) frente a los préstamos (en caso de quiebra prácticamente se alcanza el nivel de la exposición potencial máxima), mientras que la exposición media infraestima el riesgo de los instrumentos derivados.
- En cualquier caso, la exposición no recoge el riesgo de quiebra, con lo que resulta difícil identificar dónde se están asumiendo mayores riesgos. La provisión crediticia sí incorpora la probabilidad de quiebra, pero al tratarse de un promedio no constituye una medida adecuada del riesgo.
- El capital en riesgo crediticio recoge en una sola cifra el riesgo, cruzando las probabilidades de quiebra a lo largo de toda la vida de la operación con las probabilidades de todas y cada una de las exposiciones posibles. Por ello constituye un excelente resumen del riesgo crediticio y de la posición, desde un punto de vista teórico. No obstante el uso del capital en riesgo crediticio presenta varios problemas:
  - Su desagregación por carteras u operaciones depende del efecto de diversificación entre las mismas. Si no se tiene en cuenta el efecto diversificador de una operación se sobrestima su capital; si se tiene en cuenta, el capital en riesgo depende de todas las demás operaciones de la cartera.
  - El capital en riesgo crediticio depende de numerosos factores, de mercado (fundamentalmente volatilidades de los tipos de interés y de cambio) y de crédito (cambios de calidad crediticia), resultando difícil determinar la contribución de cada uno de

<sup>3</sup> Si el capital en riesgo crediticio se estima en términos anuales, al inicio de la operación los accionistas deberán aportar el capital en riesgo crediticio estimado para cubrir los escenarios desfavorables que puedan encontrarse al final del primer año. Posteriormente, los accionistas podrán retirar capital en los años en que el capital en riesgo crediticio sea inferior al ya aportado el año anterior, y tendrán que aportar capital adicional los años en que el capital en riesgo crediticio sea superior al ya aportado el año anterior.

<sup>4</sup> Este aspecto ya fue explicado en el capítulo 3, al exponer el concepto de capital en riesgo.

ellos al resultado final. Una subida de la volatilidad de los tipos de interés puede cambiar el nivel de riesgo sustancialmente. Esto refleja la realidad pero dificulta la utilización intuitiva de las cifras de capital en riesgo.

Una alternativa útil para resumir la posición crediticia es la cartera de préstamos equivalente, según la cual cada operación se representa por una cartera de préstamos a la misma contrapartida con vencimientos repartidos a lo largo de la vida de la operación (por ejemplo cada 6 meses), con la particularidad de que el capital en riesgo actual y los esperados a lo largo de la vida de la operación han de ser iguales para la operación y para la cartera de préstamos equivalentes.

Para determinar la cartera de préstamos equivalentes se procederá como sigue:

- Se escoge el número y vencimiento de los préstamos a incluir en la cartera (por ejemplo, uno cada 6 meses, hasta la fecha de vencimiento de la operación).
- Se calcula el capital en riesgo de la operación y su evolución esperada en los vencimientos de los préstamos equivalentes.
- Considerando un importe de una unidad monetaria, se calcula la evolución del capital en riesgo de cada uno de los préstamos equivalentes, en los mismos instantes que la operación original.
- Se determina el importe de cada préstamo mediante un sistema de ecuaciones que iguala el capital en riesgo de la operación en cada instante a la suma de los capitales en riesgo de los préstamos de las operaciones en el mismo instante.

La cartera de préstamos equivalentes presenta la ventaja de reducir toda la posición a instrumentos sencillos, de fácil interpretación ya que se recogen importes nominales, basándose en una medida integral del riesgo (el capital en riesgo). No obstante, se hace necesario recalcular frecuentemente la cartera, ya que la equivalencia entre una operación y un conjunto de préstamos varía según las condiciones de mercado.

Una vez determinada la posición, deben realizarse análisis de sensibilidad, simulando el efecto de nuevas operaciones sobre el capital en riesgo crediticio y los beneficios de la cartera.

El cálculo de la posición crediticia permite analizar y evaluar el riesgo de crédito asumido por la entidad de una forma agregada, ya que en el cálculo de la posición crediticia deben tenerse en cuenta tanto las posiciones de banca comercial como las de tesorería. Igualmente, los límites de riesgo de crédito por contrapartidas deberán ser asignados para todo tipo de operaciones (banca comercial y tesorería) y el consumo de los mismos deberá ser controlado también de forma agregada.

En función de lo expuesto hasta este momento, en relación al cálculo de las diferentes medidas (exposición, provisión, capital en riesgo y cartera de préstamos equivalentes) que definen la posición crediticia, es fácil comprender la íntima relación que existe entre el riesgo de mercado y el riesgo de crédito. La exposición al riesgo de crédito depende del valor que tengan las operaciones en los diferentes momentos del tiempo (actual y potencial). Por tanto, lo expuesto en el capítulo 10 dedicado a la problemática de los mercados emergentes es perfectamente aplicable al cálculo del riesgo de crédito.

Una vez expuesta la necesidad de que el riesgo de crédito sea analizado, evaluado y controlado de forma agregada, comenzaremos la exposición haciendo referencia general al riesgo de crédito en el negocio de banca comercial, para posteriormente centrarnos en el riesgo de crédito en tesorería donde vamos a analizar en detalle cómo pueden las entidades responder a cada una de las preguntas planteadas al inicio de este capítulo.

## El riesgo de crédito en el negocio de banca comercial

En este apartado se analiza cómo calcular la provisión crediticia, el capital en riesgo crediticio y el RORAC crediticio para el negocio de banca comercial, con el objeto de poder establecer una relación con lo que posteriormente se expone en la sección siguiente para el negocio de tesorería.

### PROVISIÓN CREDITICIA

En el negocio de banca comercial la pérdida crediticia esperada (provisión crediticia) será igual al promedio del valor de los impagos (traídos a valor actual) que la entidad espera tener, durante un período determinado, en cada una de las carteras de productos de activo. De forma general, dicha provisión crediticia será igual en al producto de tres factores:

$$\text{Provisión crediticia} = (1 - p_r) * \sum_{t=1}^n C_t * q_t * D_t$$

donde  $q_t$  es la probabilidad de quiebra de la contrapartida en el momento  $t$  (tasa de morosidad esperada),  $C_t$  es el valor que se espera que tenga la operación en el momento  $t$  (exposición crediticia),  $p_r$  es el coeficiente de recuperación (tasa de recobro) y  $D_t$  es el factor de descuento.

### Tasa de morosidad esperada

Las entidades deberán estimar la *tasa de morosidad* esperada de cada segmento de clientela y para diferentes periodos futuros. Para ello ha de clasificarse a los clientes de acuerdo a su solvencia, y traducir esta clasificación en una probabilidad de incumplimiento por unidad de tiempo (por ejemplo, por año).

Generalmente cuando las entidades comienzan a desarrollar un sistema de gestión del riesgo de crédito, suelen utilizar la información de las agencias de *rating*, las cuales publican periódicamente probabilidades de incumplimiento anuales para cada una de las calificaciones crediticias (por ejemplo, AA, A, BBB, etc.) definidas. Lo que suelen hacer las entidades es establecer equivalencias entre sus calificaciones crediticias internas y calificaciones crediticias de las agencias de *rating*, lo que les permite utilizar las probabilidades de incumplimiento anuales publicadas por las agencias (generalmente utilizan una media).

A medida que las entidades van adquiriendo más experiencia en la gestión del riesgo crediticio, comienzan a utilizar probabilidades de incumplimiento calculadas internamente, para lo cual se basan en el análisis de su propia experiencia en relación al porcentaje de fallidos que históricamente se ha producido en su cartera de préstamos, para cada calidad crediticia y por años.

Los sistemas internos de calificación crediticia utilizados por las entidades suelen basarse en el análisis de estados financieros para los clientes de los que se dispone de la suficiente información financiera, y en sistemas de evaluación crediticia (*credit scoring*) para las pequeñas empresas y banca de particulares. Independientemente del sistema de calificación crediticia que se emplee para cada segmento de clientela, posteriormente habrá que homogeneizar los resultados en una medida que sea comparable para todos los segmentos.

## Exposición crediticia

Las entidades deberán estimar para cada operación el riesgo vivo existente durante la vida de la misma, es decir, la pérdida económica máxima que se puede producir en caso de incumplimiento. Generalmente, para simplificar el cálculo, se suelen realizar estimaciones para periodos temporales concretos (un año, por ejemplo). La complejidad de dichas estimaciones va a depender del tipo de producto de que se trate.

Para las operaciones de balance, el riesgo vivo será igual al capital vivo más los intereses pendientes, aunque existen productos como las líneas de crédito en los que la evolución del riesgo vivo va a depender del saldo dispuesto en cada momento, por lo cual habrá que realizar una estimación del riesgo vivo como porcentaje del montante de la línea de crédito.

Para operaciones comerciales de fuera de balance la estimación del riesgo vivo dependerá fundamentalmente del tipo de operación y del plazo de la misma. Por ejemplo, un aval o una garantía concedida por una entidad financiera a un cliente genera la misma exposición al riesgo de crédito que un préstamo que le hubiesen concedido por el mismo montante y plazo que el aval.

## Tasa de recobro

La tasa de recobro dependerá del tipo de instrumento y del tipo de cliente, y para su estimación las entidades deberán analizar su experiencia histórica. Un factor importante que condiciona la tasa de recobro es la existencia de garantías, para lo cual las entidades deberán analizar el tipo de garantías que existen en las diferentes operaciones, así como el nivel de cobertura de las mismas.

## CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO

Según se ha indicado anteriormente, las entidades además de provisionar las pérdidas crediticias esperadas de la cartera de banca comercial, deberán asignar capital para cubrir las pérdidas crediticias no esperadas generadas por dicha cartera, por lo cual será necesario realizar una estimación de las mismas. Una alternativa para realizar dicha estimación es utilizar una técnica de simulación de escenarios de:

- Variables de mercado, fundamentalmente tipos de interés, los cuales para la mayoría de productos comerciales condicionan la evolución de la exposición crediticia.
- Evolución de la calidad crediticia de las contrapartes y por tanto de su tasa de morosidad.

Para un horizonte temporal determinado y para cada uno de los escenarios resultantes de combinar diferentes alternativas de las variables anteriormente expuestas, se calculará la pérdida crediticia, obteniendo así una distribución de pérdidas crediticias. Dentro de dicha distribución se elegirá la pérdida crediticia máxima en función del intervalo de confianza que quiera utilizar la entidad, lo cual implica que la entidad deberá asignar un capital en riesgo equivalente a dicha pérdida máxima menos las provisiones crediticias que tenga dotadas.

## RORAC CREDITICIO

Una vez estimado el capital en riesgo, la entidad podrá medir de forma homogénea la rentabilidad sobre dicho capital, por ejemplo a través del RORAC, que será igual al retorno esperado

(después de impuestos) dividido por el capital en riesgo. El retorno esperado (RE) será igual a:

$$RE = (IF - CF) + C - PC + CC - I$$

donde  $IF-CF$  es el margen financiero (ingresos menos costos financieros),  $C$  son las comisiones,  $PC$  son las pérdidas esperadas (provisión crediticia),  $CC$  la compensación de capital e  $I$  los impuestos.

### El riesgo de crédito en el negocio de tesorería

En el área de tesorería, la filosofía de la gestión del riesgo de crédito es, en términos generales, igual a lo expuesto anteriormente para la banca comercial. No obstante existen algunas características diferenciales que son analizadas en apartados posteriores. A continuación se exponen los aspectos clave que una entidad debe tener en cuenta para controlar y gestionar el riesgo de crédito del negocio de tesorería.

#### EXPOSICIÓN CREDITICIA

Al igual que en el caso de la banca comercial, en el negocio de tesorería una entidad está expuesta a riesgo de crédito únicamente en aquellas operaciones que representan derechos de cobro en el presente o en el futuro. En el caso de las operaciones de balance (bonos, *repos*, depósitos, etc.), es fácil comprender que únicamente generan riesgo de crédito las posiciones de activo, mientras que en el caso del pasivo, serán las contrapartidas de la entidad las que estén asumiendo el riesgo de crédito.

En el caso de las operaciones de fuera de balance (*forwards*, instrumentos derivados) el cálculo de la exposición al riesgo de crédito se complica ya que la mayoría de estas operaciones son en realidad activos y pasivos contingentes para la entidad, en función de cómo evolucionen las variables de mercado a lo largo de la vida de la operación. Veamos un ejemplo:

*Una entidad compró hace un mes un FRA (forward rate agreement) 3/6 al 6,00% sobre US\$ 10 millones; supongamos que hoy se encuentra en uno de estos tres escenarios alternativos:*

- *Escenario 1: el FRA 2/5 está cotizando al 6,05%<sup>3</sup>, el valor de mercado de la operación y la exposición actual al riesgo de crédito sería igual a:*

$$\frac{(0,0605 - 0,06) \cdot 10^7 \cdot \frac{91}{360}}{\left(1 + 0,0605 \cdot \frac{91}{360}\right)} \cdot \frac{1}{1,06^{\frac{61}{365}}} = \text{US\$ } 1.232,79$$

- *Escenario 2: el FRA 2/5 está cotizando al 6,00%, el valor de mercado de la operación es 0 y, por tanto, la exposición actual al riesgo de crédito sería también nula.*

<sup>3</sup> El tipo cupón cero US\$ a 2 meses (61 días) es el 6,00% y a 5 meses (152 días) es el 6,165% (tipos en capitalización compuesta base 365).

- Escenario 3: el FRA 2/5 está cotizando al 5,92%<sup>6</sup>, el valor de mercado de la operación sería igual a:

$$\frac{(0,0592 - 0,06) \cdot 10^7 \cdot \frac{91}{360}}{\left(1 + 0,0592 \cdot \frac{91}{360}\right)} \cdot \frac{1}{1,0605^{\frac{61}{365}}} = -\text{US\$ } 1.972,94$$

Por lo tanto, la exposición actual al riesgo de crédito sería nula, ya que al tener la operación un valor de mercado negativo para la entidad, si la contrapartida incumpliese el contrato en el momento actual, no existiría pérdida crediticia alguna para la entidad.

Según se deduce del ejemplo anterior en este tipo de instrumentos sólo existe exposición actual al riesgo de crédito cuando la operación tiene un valor de mercado positivo para la entidad. En función de cómo evolucionen las variables de mercado a lo largo de la vida de la operación, puede haber momentos en que exista exposición al riesgo de crédito (valor de mercado positivo) y momentos en que no (valor de mercado nulo o negativo).

La exposición actual al riesgo de crédito únicamente mide cuáles serían las pérdidas crediticias que asumiría la entidad si su contrapartida incumpliese el contrato en el momento actual. Pero el hecho de que en la fecha actual exista una determinada exposición al riesgo de crédito, no implica que dicha exposición se vaya a mantener constante hasta el vencimiento de la operación, por lo que, como se expone más adelante, también es necesario realizar una estimación de la exposición potencial o futura al riesgo de crédito.

El cálculo de la exposición al riesgo de crédito a través de su componente actual y su componente potencial es aplicable a todas las posiciones de tesorería, aunque es importante hacer algunas precisiones:

- Las posiciones del activo del balance (bonos, depósitos, adquisiciones temporales, etc.) siempre generan exposición al riesgo de crédito, la cual será mayor o menor en función de cómo evolucione el valor de mercado de las mismas.
- Las posiciones en instrumentos derivados negociados en mercados organizados (futuros y opciones) apenas si generan exposición al riesgo de crédito, ya que en este tipo de mercados el riesgo de crédito se elimina casi completamente a través del sistema de garantías. En general, el riesgo crediticio de estos productos se considera nulo.
- Las posiciones en instrumentos derivados negociados en mercados OTC (*forwards*, *swaps*, etc.) únicamente generan exposición actual al riesgo de crédito a la contraparte que tiene un valor de mercado positivo en la operación.
- Las posiciones largas<sup>7</sup> (compradas) en opciones OTC siempre generan exposición potencial al riesgo de crédito. Al vencimiento sólo hay exposición cuando tienen un valor de mercado positivo, es decir, cuando la opción tiene valor intrínseco positivo<sup>8</sup> (opción *in the money*).

<sup>6</sup> El tipo cupón cero US\$ a 2 meses (61 días) es el 6,05% y a 5 meses (152 días) es el 6,10% (tipos en capitalización compuesta base 365).

<sup>7</sup> Cuando una entidad compra una opción tiene pérdidas limitadas (prima pagada) y ganancias ilimitadas, por lo tanto asume riesgo de crédito cuando la opción tiene un valor de mercado positivo.

<sup>8</sup> El valor intrínseco de una opción es el beneficio que se obtendría si la opción se ejercitase en ese momento. En el caso de una *call* el valor intrínseco es el máximo entre 0 y el *spot* menos el *strike*; en el caso de la *put* el valor intrínseco es el máximo entre 0 y el *strike* menos el *spot*.

- Las posiciones cortas<sup>9</sup> (ventas) en opciones OTC nunca generan exposición al riesgo de crédito, independientemente de su valor de mercado.

En el cálculo de la exposición al riesgo de crédito de las posiciones de tesorería siempre hay que tener en cuenta si existen garantías, las cuales supondrán una reducción de la exposición por el valor de mercado de las mismas, por ejemplo, siendo posiciones financieramente equivalentes, no genera la misma exposición un depósito interbancario prestado que una adquisición temporal de activos (*reverse repo*), ya que mientras en el caso del depósito la exposición sería igual al principal más los intereses, en caso del *repo* la exposición es mucho menor ya que sería igual al importe de reventa menos el valor de mercado del activo que la contraparte cede temporalmente como garantía.

En el caso de instrumentos derivados negociados en mercados OTC, también pueden existir mecanismos de gestión o reducción del riesgo de crédito que tendrán que ser tenidos en cuenta a la hora de calcular la exposición a dicho riesgo:

- Establecimiento de un sistema de garantías similar al existente en los mercados organizados. Las entidades contrapartes pueden firmar acuerdos bilaterales de puesta a mercado, de forma que periódicamente las posiciones son valoradas y la contraparte que tiene un valor de mercado negativo aporta un colateral que cubra dicho valor de mercado.
- Inclusión del *netting* bilateral en caso de incumplimiento en los acuerdos marco<sup>10</sup> firmados como consecuencia de la contratación de derivados OTC, lo cual permite a la entidad cumplidora compensar el costo de reposición de todas las operaciones vivas con una determinada contraparte en el caso de que esta última incumpla sus obligaciones contractuales. El problema del *netting* es que en muchos países la legislación vigente impide su aplicación.

En el caso de que una entidad tenga un acuerdo de *netting* (legalmente válido para ambas partes) con una determinada contrapartida, deberá calcular la exposición al riesgo de crédito de una forma global para todas las operaciones contratadas con dicha contrapartida; por ejemplo, la exposición actual al riesgo de crédito será igual al valor de mercado neto de dichas operaciones, siempre que sea positivo.

En el caso de que existan colaterales la entidad debe establecer controles que permitan contrastar la exigibilidad de los mismos, así como analizar la evolución del valor de dichos colaterales (por ejemplo, bonos u otro tipo de activos) en relación a la evolución del riesgo crediticio que cubren.

Dichos controles deben alertar a la entidad cuando, por ejemplo, como consecuencia de la evolución de las variables de mercado, el riesgo crediticio aumente mientras que el valor de mercado de la garantía se mantenga constante o disminuya, de forma que la entidad pueda exigir a su contraparte la aportación de garantías adicionales.

<sup>9</sup> Cuando una entidad vende una opción tiene las ganancias limitadas (prima cobrada) y pérdidas ilimitadas, por lo tanto nunca asume riesgo de crédito, ya que lo máximo que puede ganar es la prima y la cobra en el momento de contratar la opción.

<sup>10</sup> La problemática de la compensación (*netting*) y los acuerdos marco (*master agreements*) se analiza en el capítulo 7 dedicado al riesgo legal.

## PROVISIÓN CREDITICIA

Cuando el área de tesorería realiza operaciones está asumiendo dos tipos de riesgos cuantificables: de mercado y de crédito o contrapartida. Esto implica que los precios de los instrumentos deben recoger el impacto de ambos riesgos. Si analizamos cómo se refleja el impacto del riesgo de crédito en los productos de tesorería, podemos encontrarnos con distinta casuística en función del tipo de instrumento:

- Los instrumentos de renta fija incorporan en su precio el riesgo de crédito del emisor. En toda la operativa de compraventa al contado de este tipo de instrumentos únicamente existe un riesgo de entrega (*settlement risk*).
- Las adquisiciones y cesiones temporales (*repos*) son instrumentos con una estructura muy similar a los depósitos pero que incorporan una garantía o colateral que cubre el riesgo de crédito, por lo que podemos considerar que sus precios son cuasi-libres de riesgo crediticio.
- Los instrumentos derivados negociados en mercados organizados se contratan a través de las cámaras de compensación sin saber quiénes son las entidades contrapartes ya que el riesgo de crédito es cubierto por la cámara a través del sistema de garantías. Por tanto podemos considerar que el precio de estos instrumentos es libre de riesgo crediticio.
- Los depósitos, forwards y derivados OTC (*FRA*, *swaps*, opciones, etc.), son instrumentos para los cuales las entidades cotizan precios/tipos en función de las condiciones del mercado y de la calidad crediticia concreta de cada una de las contrapartidas con las que operan.

Las entidades deben medir el riesgo crediticio cuando cotizan los instrumentos de tesorería correspondientes al último grupo de los anteriormente mencionados, teniendo en cuenta la provisión crediticia a la hora de valorar las posiciones en dichos instrumentos.

Generalmente, cuando se calcula el valor de mercado de las posiciones en los mencionados instrumentos de tesorería, a través de la actualización de los flujos futuros esperados, no se suelen tener en cuenta aspectos crediticios, ya que:

- La curva de tipos que se utiliza para el descuento de flujos de estas operaciones suele ser única e independiente de la calidad crediticia de las contrapartidas con las que se han contratado dichas operaciones.  
Se suele utilizar una curva única de tipos cupón cero construida con tipos de instrumentos interbancarios (depósitos e IRS). Pero los tipos que se utilizan suelen corresponder a operaciones cruzadas entre entidades financieras con alta calidad crediticia (*market-makers*), ya que este tipo de operaciones suponen un porcentaje muy importante del volumen total negociado diariamente.
- Se toman como flujos esperados los comprometidos en el contrato, sin contemplar la posibilidad de quiebra de la contrapartida.

Para poder considerar adecuadamente el riesgo de crédito asumido en este tipo de posiciones, su valor de mercado debe calcularse como el valor actual<sup>11</sup>:

<sup>11</sup> En ambos casos, para el cálculo del valor actual se deben utilizar las mismas tasas de descuento, independientemente de la calidad crediticia de las contrapartidas.

- de los flujos futuros contratados, sin considerar pérdidas crediticias,
- menos el de los flujos futuros que se espera perder por quiebras de las contrapartidas.

Las entidades cuando cotizan precios o tipos para este tipo de operaciones de tesorería, deben realizar una estimación de las pérdidas crediticias que esperan tener en función de las características de la operación y de la calidad crediticia de la contraparte, con el fin de poder imputar en el precio o tipo cotizado dicha estimación como un costo más de la operación. Veamos un ejemplo:

*Supongamos que un cliente le pide a una entidad financiera de calidad crediticia alta (market-maker) cotización para un IRS en US\$ a 5 años en que el cliente quiere pagar un tipo fijo anual a cambio de recibir LIBOR semestral.*

*Supongamos que los IRS a 5 años están cotizando en el mercado a 6,13-6,15 y que a dichos tipos la entidad financiera puede cerrar un IRS con otra entidad financiera de su misma calidad crediticia. Si la entidad quisiera cerrar contra mercado el IRS que le está cotizando a su cliente, podría entrar en otro IRS por el que pagaría un fijo del 6,15% anual a cambio de recibir LIBOR semestral.*

*Supongamos que la entidad financiera estima (según la metodología que se expone más adelante) en una determinada cantidad X el valor actual de las pérdidas crediticias esperadas en función de las características de la operación y de la calidad crediticia de su cliente.*

*Si la entidad financiera quiere imputar al tipo cotizado el riesgo de crédito que espera asumir, debería cotizarle a su cliente un tipo del IRS n puntos básicos superior al 6,15%, de forma que el IRS tuviese, en el momento de la cotización, un valor de mercado positivo para la entidad al menos igual a la cantidad X.*

*A través del ajuste del tipo fijo de un IRS se puede compensar a las contrapartes del mismo del riesgo de crédito que esperan asumir. De igual forma que en el mercado de renta fija, los emisores con calidad crediticia baja deben pagar rentabilidades mayores con el fin de poder compensar a los inversores del mayor riesgo de crédito asumido, en el mercado de IRS, las contrapartes con peor calidad crediticia deben pagar un tipo fijo más alto que el de mercado o recibir un tipo fijo más bajo.*

El valor actual de las pérdidas crediticias esperadas, desde la fecha actual hasta el vencimiento de las operaciones, es la *provisión crediticia*<sup>12</sup>. Según lo expuesto anteriormente, las entidades deben considerar las provisiones crediticias como un costo<sup>13</sup> más a repercutir en el precio de las operaciones de tesorería mencionadas anteriormente. Dichas provisiones constituyen en realidad una reserva que, a largo plazo, permite a la entidad absorber las pérdidas que se pueden generar como consecuencia de las quiebras de sus contrapartidas.

Pero la provisión crediticia que se calcula en el momento de la contratación de las operaciones puede variar a lo largo de la vida de éstas como consecuencia de:

- la evolución del valor de mercado de la operación.
- la evolución de la calidad crediticia (*rating*) de la contrapartida.

<sup>12</sup> En el capítulo 11 dedicado a las metodologías de medición del riesgo de crédito se describe con más detalle el proceso de cálculo de la provisión crediticia.

<sup>13</sup> En el capítulo 11 se analiza cómo influyen las pérdidas crediticias en los resultados obtenidos por el área de tesorería, distinguiendo los resultados crediticios de los resultados de mercado.

los cambios en estas magnitudes se deben traducir inmediatamente en cambios en las provisiones crediticias, veamos un ejemplo:

*Supongamos, siguiendo con el ejemplo anterior, que la entidad financiera contrató con su cliente el IRS por el cual la entidad financiera recibe un tipo fijo del 6,17% anual y paga LIBOR semestral. En el momento de la contratación el IRS tenía un valor de mercado positivo de X para la entidad financiera, cantidad que fue provisionada para cubrir las pérdidas crediticias esperadas.*

*En el momento de la contratación, la entidad financiera calculó la provisión crediticia basándose en unas expectativas de evolución de los tipos de interés y, por tanto, de la evolución del valor de mercado del IRS (exposición al riesgo de crédito), así como en unas expectativas de la evolución de la calidad crediticia de la contraparte (probabilidad de incumplimiento).*

*Supongamos que ahora ha pasado un año y las expectativas iniciales han cambiado:*

- *Los tipos han bajado más de lo que se esperaba y se espera que continúen bajando más en el futuro, por lo cual, teniendo en cuenta que la entidad financiera está recibiendo fijo y pagando variable en el IRS, el valor de mercado habrá aumentado más de lo esperado, y por tanto tiene una exposición al riesgo crediticio mayor que lo que esperaba hace un año.*
- *El cliente está teniendo problemas financieros y su calidad crediticia ha empeorado, por lo que la probabilidad de incumplimiento es superior a la que había sido contemplada en las expectativas de hace un año.*

*Lógicamente, las nuevas expectativas suponen unas pérdidas crediticias esperadas superiores a las provisiones dotadas hace un año, por lo cual la entidad financiera deberá incrementar la provisión crediticia.*

*Si por contra las nuevas expectativas (por ejemplo, por subida de tipos o mejora de la calidad crediticia del cliente) hubiesen supuesto unas pérdidas crediticias esperadas inferiores a las dotadas, la entidad podría haber liberado parte de la provisión crediticia inicialmente dotada.*

## **CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO**

En principio, si una entidad tuviese una cartera de operaciones de tesorería muy diversificada, tanto en tipo de operaciones como en contrapartidas, se podría suponer que, a largo plazo, las provisiones crediticias dotadas podrían igualar a las pérdidas crediticias reales, siempre y cuando dichas provisiones crediticias hubiesen sido correctamente calculadas.

Sin embargo, durante un periodo determinado, el valor de las pérdidas crediticias reales puede ser superior a las provisiones crediticias dotadas, y si la entidad no dispone de capital suficiente, podría producirse una quiebra.

Por tanto, adicionalmente al capital en riesgo que la entidad tiene asignado al área de tesorería para poder absorber pérdidas motivadas por riesgo de mercado, deberá asignar capital para poder absorber pérdidas crediticias superiores a las provisiones crediticias dotadas.

El capital que la entidad debe asignar al negocio de tesorería ha de ser suficiente para garantizar su continuidad durante un periodo de tiempo que le permita generar beneficios que justifiquen el mantenimiento de dicho negocio. Generalmente se suele calcular el capital en riesgo anualizado, relacionándolo con la probabilidad de quiebra por año, y ésta con un rating crediticio.

Por tanto en cada momento, la entidad deberá tener asignado al área de tesorería un *capital en riesgo crediticio*<sup>14</sup> que le permita absorber el exceso de las pérdidas crediticias que se pueden reconocer en el transcurso de un año en relación a las provisiones crediticias dotadas en cada momento. En un momento determinado, el capital en riesgo crediticio será igual a:

- el valor actual de la provisión crediticia máxima en un año,
- más las pérdidas máximas que puedan producirse a lo largo de dicho año,
- menos la provisión crediticia dotada en ese momento.

Obsérvese que el valor de la provisión dentro de un año se refiere a todas las pérdidas que se esperarán desde el final de dicho año hasta el vencimiento de las operaciones.

La entidad deberá elegir un intervalo de confianza para calcular la provisión crediticia máxima en un año acorde con la calidad crediticia (*rating*) objetivo, ya que de dicho intervalo va a determinar las probabilidades de que las pérdidas crediticias sean superiores al capital asignado y, por tanto, la probabilidad de quiebra de la entidad.

Para poder calcular la provisión crediticia máxima en un año hay que estimar tres factores:

- Las posibles variaciones del valor de mercado de las operaciones durante el año: cuando se produce la quiebra de una contrapartida, la entidad sólo sufre pérdidas crediticias en aquellas operaciones que, en ese momento, tengan un valor positivo para la entidad, y por tanto negativo para la contrapartida.
- Quiebras de las contrapartidas durante el año.
- Deterioro del *rating* de las contrapartidas durante el año: ya que se produciría un incremento de la probabilidad de quiebra en momentos futuros.

Como ya se ha expuesto anteriormente, a la hora de calcular la provisión y el capital en riesgo crediticio habrá que tener en cuenta las posibles garantías o acuerdos de *netting* que puedan existir.

## RENTABILIDAD SOBRE EL CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO

Con el fin de evitar la quiebra de la entidad, los accionistas deberán aportar el capital en riesgo crediticio necesario a lo largo de la vida de cada una de las operaciones (generalmente se estima en periodos anuales).

Para poder analizar en términos relativos y de forma homogénea hasta qué punto crean valor para los accionistas cada una de las operaciones de tesorería en función del riesgo de crédito asumido, la entidad deberá estimar la rentabilidad que se espera que tengan los accionistas sobre el capital en riesgo crediticio aportado a lo largo de la vida de cada una de las operaciones (RORAC). Dicha rentabilidad<sup>15</sup> será igual a la tasa de actualización que iguala a cero el valor actual neto de los siguientes flujos de caja:

- Los resultados esperados de la operación, una vez deducida la provisión crediticia y después de impuestos.

<sup>14</sup> Adicionalmente al capital en riesgo que debe asignar por riesgo de mercado. En el capítulo 11 se expone el proceso de cálculo del capital en riesgo crediticio.

<sup>15</sup> En el capítulo 11 se expone con más detalle el cálculo de la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio.

Las entidades deberán cotizar las operaciones de tesorería a unos precios o tipos que generen un resultado esperado (valor de la operación en el momento de cotización) que les permita compensar la provisión crediticia y además obtener una rentabilidad adecuada sobre el capital en riesgo crediticio que deberán aportar a lo largo de la vida de la operación.

- Aportaciones o retiradas de capital que tendrán que realizar los accionistas a lo largo de la vida de la operación.

Es necesario calcular la evolución esperada del capital en riesgo crediticio a lo largo de la vida de la operación. Para realizar dicho cálculo habrá que tener en cuenta el efecto diversificación que tiene cada operación en relación con la cartera global. Hay que tener en cuenta que cada operación tiene un efecto (positivo o negativo) sobre el riesgo de crédito de la cartera global, tanto en términos de su valor de mercado (exposición crediticia), como en términos de concentración o diversificación del riesgo entre las diferentes contrapartidas (probabilidad de quiebra).

- Compensación de capital (después de impuestos). Se supone que el capital en riesgo crediticio constituido a principio de cada año se invierte en activos libres de riesgo hasta el final del año.

## ESTABLECIMIENTO Y CONTROL DE LÍMITES DE RIESGO DE CRÉDITO

El control de límites de riesgo de crédito de la actividad de tesorería suele articularse a través de dos procesos básicos:

- Fijación de una estructura de límites de riesgo de crédito: consistente en establecer líneas de riesgo de crédito para las diferentes contrapartidas con las que se opera.
- Gestión y control del riesgo de crédito: consistente en evaluar el riesgo de crédito asumido en función de los límites establecidos.

El proceso de definición de la estructura de límites de riesgo de crédito debe ser abordado por las entidades como un proceso independiente de las unidades de negocio. Según lo expuesto en el capítulo 2 el área de análisis y control de riesgos<sup>16</sup> debe ser la responsable de definir la estructura de límites de riesgo de crédito la cual deberá ser aprobada, primero por el comité de riesgos y, posteriormente, por el comité ejecutivo.

Tanto el establecimiento de los límites de riesgo de crédito como el control de los mismos debe ser realizado por las entidades de forma global, es decir, los límites de riesgo de crédito deben ser únicos para cada contrapartida y los procedimientos de cálculo del consumo de dichos límites deben ser homogéneos para todas las unidades de negocio que operan contra dichos límites.

Las entidades necesitan contar con algún tipo de sistema que les permita conocer en cada momento y para cada contrapartida el porcentaje de límite utilizado. Un sistema de este tipo es quizás más imprescindible para aquellas entidades que tienen varias unidades de tesorería en localizaciones geográficas diferentes operando tanto en la misma o en diferentes franjas horarias.

<sup>16</sup> En el proceso de definición de la estructura de límites de riesgo de crédito el área de análisis y control de riesgos deberá considerar y analizar las propuestas que le puedan realizar las unidades de negocio (en el caso de la tesorería, el *front office*).

El sistema debe funcionar en tiempo real, de forma que pueda consultarse con el área de contratación (*front office*) la línea de crédito disponible de una determinada contrapartida antes de cerrar una operación con ella. Además el sistema debe actualizar las líneas de crédito cada vez que se contrate una operación nueva o que cada vez que venza una operación viva.

Los operadores no podrán contratar operaciones con aquellas contrapartidas que no tengan línea de crédito autorizada, ni con las que no tengan límite disponible superior al consumo de línea de la operación que quieren contratar. Siempre que se produzca un exceso deberá ser analizado por el área de análisis y control de riesgos y aprobado por el comité de riesgos cuando sea pertinente.

### Límites basados en exposición crediticia

Una alternativa para establecer la estructura de límites de riesgo de crédito es comenzar el proceso a nivel país, es decir, el primer paso consistiría en que la entidad distribuyese el límite global de riesgo de crédito del negocio de tesorería entre los diferentes países donde residan las contrapartes con las que quiere operar. Un segundo paso consistiría en distribuir el límite fijado anteriormente para cada país entre las contrapartes residentes en el mismo y con las que se quiere operar. Un tercer paso consistiría en distribuir el límite de cada contraparte, suponiendo que ésta fuese un grupo, entre las diferentes filiales o entidades dependientes.

Los límites de riesgo de crédito asignados a cada país dependerán fundamentalmente del *rating* soberano del país en cuestión (riesgo país) y del volumen de actividad que existe con las contrapartes residentes en el mismo. Estos límites conviene que sean analizados y actualizados anualmente, o siempre que se produzcan cambios significativos en las condiciones económicas o políticas de los diferentes países.

Los límites de las diferentes contrapartidas se pueden asignar en función de los *ratings* de las agencias de calificación crediticia. Para las contrapartidas que no tengan *rating*, las entidades deberán desarrollar un sistema de evaluación crediticia interno, en el cual se analicen tanto factores internos<sup>17</sup>, que reflejen la calidad crediticia intrínseca de la contraparte, como factores externos<sup>18</sup> que puedan afectar a dicha calidad crediticia.

Para cada una de las contrapartidas se debe establecer al menos un límite global de riesgo de crédito, dicho límite se puede desagregar más estableciendo sublímites, por ejemplo, para controlar el riesgo de entrega (*settlement risk*) o el riesgo crediticio por productos y plazos.

Como ya se ha comentado anteriormente, adicionalmente a la definición de una estructura de límites de riesgo de crédito, el área de análisis y control de riesgos debe establecer unos procedimientos de cálculo del consumo de dichos límites que sean coherentes y homogéneos, tanto para los diferentes productos como para las diferentes unidades de tesorería.

Las diferentes posiciones consumirán límite de riesgo de crédito en función de la exposición a dicho riesgo, la cual va a depender de las características de los instrumentos y va ser independiente de la probabilidad de incumplimiento de la diferentes contrapartes<sup>19</sup>. En fun-

<sup>17</sup> Algunos de los factores internos que se pueden analizar son la fortaleza de los estados financieros, los resultados históricos y las expectativas futuras, situación de la entidad en su mercado en relación a sus competidores, estructura de ingresos y estabilidad de beneficios, riesgos financieros asumidos, liquidez, estructura de pasivo y de recursos propios, calidad de la gerencia, etc.

<sup>18</sup> Algunos de los factores externos que se pueden analizar son la volatilidad, tendencias y expectativas del sector al que pertenece la contraparte, legislación local del país de residencia de la contraparte, etc.

<sup>19</sup> Como se verá más adelante, si los límites de riesgo de crédito se establecen en términos de capital en riesgo, en el consumo de dichos límites influirán tanto las características de las operaciones como la probabilidad de incumplimiento de las contrapartes

ción de la probabilidad de incumplimiento que la entidad estime para cada una de las contrapartes con las que opere, asignará mayores o menores líneas de riesgo de crédito. Una vez que éstas son establecidas, una misma operación realizada con dos contrapartes diferentes representará el mismo consumo de las respectivas líneas, independientemente de la probabilidad de incumplimiento asignada a cada una de ellas.

Para las posiciones activas en instrumentos de balance (por ejemplo, bonos y depósitos), la exposición al riesgo de crédito puede calcularse de una forma estática como el principal y los intereses pendientes de recibir, o de forma dinámica, lo cual es más correcto, como el valor de mercado de dichas posiciones (exposición actual) más una estimación del máximo incremento de valor que puede experimentar dicha posición hasta su vencimiento con un determinado intervalo de confianza (exposición potencial), basándose en el concepto de valor en riesgo.

Para las posiciones a plazo (*forwards*) y las posiciones en instrumentos derivados OTC, existen diferentes alternativas para calcular la exposición al riesgo de crédito. A continuación se exponen algunas de ellas en un orden que permite analizar la evolución desde técnicas sencillas pero imprecisas, hasta técnicas más complejas pero también más correctas.

### ***Método de la exposición original***

Consiste en calcular la exposición al riesgo de crédito como un porcentaje del nominal del contrato. Dicho porcentaje varía en función del vencimiento original de la operación y del tipo de riesgo implícito en el instrumento.

El Banco de Pagos Internacionales (*Bank for International Settlements*, BPI) permitió la utilización de este método de forma transitoria hasta finales de 1997. Los porcentajes propuestos por el BPI para la aplicación de este método son los que figuran en el Cuadro 5-1.

**Cuadro 5-1. Porcentajes para el cálculo de la exposición original**

<b>Vencimiento</b>	<b>Contratos sobre tipos de interés</b>	<b>Contratos sobre tipo de cambio y oro</b>
Hasta 1 año	0,5%	2,0%
De 1 a 2 años	1,0%	5,0%
Por cada año adicional	1,0%	3,0%

Para contratos sobre tipo de interés el BPI permitía a las entidades elegir entre el vencimiento original o el residual, a la hora de seleccionar los porcentajes correspondientes. Para los contratos sobre renta variable y *commodities* (excepto oro) el BPI obliga a utilizar el método de la exposición actual, el cual será analizado a continuación.

Esta metodología tiene como punto fuerte la sencillez en el cálculo, pero por contra presenta una serie de deficiencias que cuestionan su validez. Las principales son las siguientes:

- No diferencia entre exposición actual y potencial.
- No tiene en cuenta el valor de mercado de las operaciones.
- La exposición calculada es estática y no cambia al variar las variables de mercado.
- No tiene en cuenta la sensibilidad real de los diferentes instrumentos ni las volatilidades de las variables de mercado.
- No permite conocer el intervalo de confianza dentro del cual se está estimando la exposición al riesgo de crédito.

### **Método de la exposición actual**

Consiste en calcular la exposición al riesgo de crédito como el valor de mercado, si es positivo, más un porcentaje del nominal del contrato (*add-on*). Dicho porcentaje varía en función del vencimiento residual de la operación y del tipo de riesgo implícito en el instrumento.

El BPI, permite actualmente la utilización de este método. Los porcentajes propuestos por el BPI para el cálculo de la exposición potencial (*add-on*) son los que figuran en el Cuadro 5-2.

**Cuadro 5-2. Porcentajes para el cálculo de la exposición potencial**

<b>Vencimiento residual</b>	<b>Tipo de interés</b>	<b>Tipo de cambio y oro</b>	<b>Renta variable</b>	<b>Metales preciosos</b>	<b>Otros (commodities)</b>
Hasta 1 año	0,0%	1,0%	6,0%	7,0%	10,0%
De 1 a 5 años	0,5%	5,0%	8,0%	7,0%	12,0%
Mas de 5 años	1,5%	7,5%	10,0%	8,0%	15,0%

Esta metodología resuelve alguna de las deficiencias de la anterior ya que diferencia entre la exposición actual y la potencial, tiene en cuenta el valor de mercado de las operaciones y la exposición calculada es dinámica en su componente actual.

Las deficiencias de esta metodología radican en el cálculo de la exposición potencial, ya que tampoco considera la sensibilidad real de los distintos instrumentos, ni la volatilidad de las variables de mercado, ni permite conocer el intervalo de confianza dentro del cual se está estimando la exposición potencial al riesgo de crédito.

### **Método basado en el concepto de valor en riesgo (VER)**

Consiste en calcular la exposición al riesgo de crédito de las posiciones de tesorería, a través de la suma de sus dos componentes, de la siguiente forma:

- Exposición actual: para cada una de las posiciones se tomará el máximo entre su valor de mercado y cero.
- Exposición potencial: para cada una de las posiciones se calculará el máximo incremento de valor que puede experimentar hasta su fecha de vencimiento dentro de un determinado intervalo de confianza.

Mientras que en el caso de la medición del riesgo de mercado se utiliza el concepto de VER como estimación de la máxima pérdida que una determinada posición puede generar, en la medición de la exposición potencial al riesgo de crédito podemos utilizar el mismo concepto pero como estimación de máximo beneficio.

Si suponemos una distribución normal de rentabilidades, la misma cifra de VER que utilizamos para medir el riesgo de mercado de una posición sería también la exposición potencial al riesgo de crédito de dicha posición.

En los mercados latinoamericanos, a la hora de calcular la exposición potencial al riesgo de crédito a través de este método, surgen los mismos problemas que se analizan en el capítulo 10 para el caso del riesgo de mercado y, evidentemente, se pueden aplicar las mismas soluciones que se plantean en dicho capítulo.

### Comparación de los tres métodos

Como puede suponerse, las exposiciones al riesgo de crédito que se derivan de la aplicación de los tres métodos anteriormente expuestos pueden ser completamente diferentes. Vamos a contrastarlo con el mismo ejemplo que analizamos al principio de este capítulo:

Una entidad compró hace un mes un FRA (*forward rate agreement*) 3/6 al 6,00% sobre US\$ 10 millones. Supongamos que hoy el FRA 2/5 está cotizando al 6,05%. El valor de mercado de la operación sería igual a:

$$\frac{(0,0605 - 0,06) * 10^7 * \frac{91}{360}}{\left(1 + 0,0605 * \frac{91}{360}\right)} * \frac{1}{1,06^{\frac{61}{365}}} = \text{US\$ } 1.232,79$$

Supongamos que el tipo de interés implícito 2/5 presenta una volatilidad anual del 15,68%, lo cual implica que la volatilidad media en el período hasta el vencimiento del FRA (61 días), expresada en puntos básicos sería igual a:

$$\frac{605 * 0,1568}{\sqrt{250}} * \sqrt{61} = 47 \text{ pb}$$

Basándonos en dicha volatilidad, podemos decir con una confianza del 99,86 % (3 desviaciones típicas suponiendo normalidad) que en los 61 días que quedan hasta el vencimiento del FRA el tipo de liquidación puede aumentar desde el 6,05 % actual hasta un 7,46% (605 + 47\*3), lo cual supondría un incremento del valor de mercado del FRA de:

$$\frac{(0,0746 - 0,06) * 10^7 * \frac{91}{360}}{\left(1 + 0,0746 * \frac{91}{360}\right)} - 1.232,79 = \text{US\$ } 34.989,71$$

Una vez realizados estos cálculos previos ya estamos en disposición de calcular la exposición al riesgo de crédito del FRA aplicando los tres métodos anteriormente expuestos:

- Método de la exposición original: teniendo en cuenta que se trata de un contrato sobre tipos de interés a menos de un año, si utilizamos los coeficientes del BPI la exposición al riesgo de crédito será igual a:

$$10^7 * 0,005 = \text{US\$ } 50.000$$

- Método de la exposición actual: utilizando los coeficientes del BPI la exposición al riesgo de crédito sería igual a:

$$1.232,79 + (10^7 * 0,00) = \text{US\$ } 1.232,79$$

- Método basado en el concepto de VER: utilizando este método, la exposición al riesgo de crédito sería igual a:

$$1.232,79 + 34.989,71 = \text{US\$ } 36.222,50$$

Veamos qué pasaría si aconteciese el tercer escenario del ejemplo inicial, en el cual el FRA 2/5 cotiza hoy al 5,92%, siendo su valor US\$ -1.972,54. Tomando la misma volatilidad (15,58%) que en el ejemplo anterior, implica que la volatilidad media en el periodo hasta el vencimiento del FRA (61 días), expresada en puntos básicos sería igual a:

$$\frac{592 * 0,1568}{\sqrt{250}} * \sqrt{61} = 46\text{pb}$$

Dicha volatilidad supondría que, con una confianza del 99,86 % (3 desviaciones típicas suponiendo normalidad), el tipo puede aumentar desde el 5,92 % actual hasta un 7,30, lo cual supondría un incremento del valor de mercado del FRA de:

$$\frac{(0,0730 - 0,06) * 10^7 * \frac{91}{360}}{\left(1 + 0,0730 * \frac{91}{360}\right)} + 1.972,54 = \text{US\$ } 34.238,26$$

Bajo este escenario, la exposición al riesgo de crédito del FRA será:

- Método de la exposición original:

$$10^7 * 0,005 = \text{US\$ } 50.000$$

- Método de la exposición actual:

$$0,00 + (10^7 * 0,00) = \text{US\$ } 0,00$$

- Método basado en el concepto de VER:

$$0,00 + 34.238,26 = \text{US\$ } 34.238,26$$

Aunque el ejemplo anterior es un caso puntual se pueden sacar algunas conclusiones:

- El método de la exposición original es completamente estático, la exposición calculada por este método no recoge ni las variaciones del valor de mercado, ni las variaciones de la volatilidad.
- El método de la exposición actual recoge las variaciones del valor de mercado, pero no las variaciones debidas a la volatilidad.
- El método basado en el VER es el más coherente con la naturaleza del riesgo que se trata de medir, recoge tanto las variaciones del valor de mercado como las variaciones de la volatilidad.

### Límites basados en capital en riesgo

En el apartado anterior se expusieron diferentes posibilidades para el establecimiento y el control de límites de riesgo de crédito. Los tres métodos tienen en común que el establecimiento de las líneas de riesgo de crédito se realiza en función de la calidad crediticia de cada una de las contrapartidas, y una vez que éstas se establecen, una misma operación realizada con dos contrapartes diferentes representa el mismo consumo de las respectivas líneas, independientemente de la probabilidad de incumplimiento asignada a cada una de ellas. Los métodos

se diferencian en el enfoque utilizado para determinar el consumo de línea de riesgo de crédito de las diferentes operaciones.

Otra alternativa es fijar los límites de riesgo de crédito en términos de capital en riesgo según el siguiente proceso:

- La entidad debe determinar el capital total que está dispuesta a arriesgar por motivos crediticios.
- Posteriormente distribuirá el capital en riesgo crediticio total por grupos de contrapartidas con la misma calidad crediticia y sector, y dentro de cada una de ellas por intervalos temporales (normalmente años).
- Por último establecerá límites de concentración, de forma que el capital que está dispuesta a arriesgar con entidades de una misma calidad crediticia y sector no pueda ser consumido en más de un porcentaje determinado por operaciones realizadas con una determinada contrapartida.

Una vez fijados los límites de la forma anteriormente expuesta, cada vez que se contrate una operación con una contrapartida con una determinada calidad crediticia, ésta generará un consumo de la línea de crédito definida para entidades de dicha calidad crediticia equivalente al capital en riesgo crediticio de la operación en cada uno de los intervalos anuales que existan hasta su vencimiento.

## Recomendaciones de los estándares internacionales sobre riesgo de crédito

### Recomendaciones del Grupo de los Treinta

- Las entidades deben medir su exposición al riesgo de crédito de las posiciones en derivados a través de dos componentes:
    - La exposición actual, que es igual al costo de reposición, es decir, el valor de mercado.
    - La exposición potencial, que es una estimación del futuro costo de reposición de los derivados. Debe ser calculada utilizando métodos probabilísticos con intervalos de confianza lo suficientemente amplios.
  - Las entidades deben calcular de forma agregada la exposición al riesgo de crédito por contrapartida, tanto por operaciones de derivados como por otro tipo de operaciones. En el cálculo de la exposición agregada se deben tener en cuenta los acuerdos de *netting*.
  - Las entidades deben medir regularmente su exposición al riesgo de crédito y compararla con los límites de riesgo de crédito establecidos.
  - Las entidades deben analizar la conveniencia de solicitar a sus contrapartes acuerdos de reducción del riesgo crediticio, tales como colaterales, garantías de terceros o utilización de sociedades instrumentales muy capitalizadas (*special purpose vehicles*).
- **Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados (DPG)**
- Las entidades deben controlar la concentración de riesgo de crédito a nivel de contrapartes. Se recomienda hacer un seguimiento especial sobre las 20 contrapartes que generen una mayor exposición neta al riesgo de crédito.

- Las entidades deben medir la exposición al riesgo de crédito de forma agregada y por contrapartes, por calidad crediticia (*rating*), por sectores económicos y por localizaciones geográficas.
- Las entidades deben asignar capital para poder absorber las pérdidas crediticias. Para calcular la exposición crediticia se deben considerar dos componentes:
  - La exposición actual que es igual al costo de reemplazamiento neto por contraparte, multiplicado por la probabilidad de quiebra publicada por las agencias de calificación crediticia.
  - La exposición potencial, la cual debe ser estimada a partir de probabilidades históricas de quiebra y con estimaciones de la evolución esperada del valor de mercado, para lo cual el DPG propone utilizar el mismo método que el utilizado para calcular el riesgo de mercado (uno por ciento de las observaciones bisemanales). En ningún caso recomienda utilizar probabilidades de quiebra inferiores a 0,001.

#### • Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales

- Las entidades deben definir los procedimientos para asignar *ratings* crediticios a todas las contrapartes. Para ello se tendrá en cuenta: el sector económico, situación competitiva, calidad y fiabilidad de la información financiera y el análisis económico de la contraparte.
- Las entidades deben fijar y revisar periódicamente las líneas de crédito que se conceden a las contrapartidas. También deben fijar los criterios de consumo de las líneas de crédito.
- Las entidades deben medir el riesgo de crédito que asumen, considerando tanto la exposición actual como la potencial.

*Página en blanco a propósito*

# Gestión y control del riesgo operacional

## El riesgo operacional: definición y alcance

De una forma general, podemos definir el riesgo operacional como la posibilidad de que se produzca una pérdida financiera debida a acontecimientos inesperados en el entorno operativo y tecnológico de una entidad.

El riesgo operativo u operacional es un concepto muy amplio en el que se suelen agrupar una gran variedad de riesgos relacionados con aspectos diversos, tales como:

- Deficiencias de control interno.
- Procedimientos inadecuados.
- Errores humanos y fraudes.
- Fallos en los sistemas informáticos.

Esta clasificación genérica de los riesgos operacionales a los que se puede enfrentar una entidad, puede desagregarse más según el siguiente esquema:

- Deficiencias de control interno:
  - Estructura organizativa: es el riesgo generado por la inexistencia de una adecuada desagregación de funciones, a dos niveles:
    - primario: entre las áreas de negocio y las áreas de control.
    - secundario: entre las funciones de procesamiento, confirmación, conciliación, liquidación y valoración de las operaciones.
  - Autorizaciones: representa el riesgo de que se realicen operaciones que no estén explícita y completamente autorizadas en todos sus términos (instrumento, mercado, moneda, contrapartida, etc.) dentro del marco operativo de la entidad.

Por ejemplo, supongamos que una entidad no ha autorizado a su tesorería la operativa en opciones, porque considera que no tiene los medios suficientes para controlar los riesgos derivados de este tipo de instrumentos. Sin embargo, un operador de la tesorería de dicha entidad considera que él conoce perfectamente el instrumento y, haciendo caso omiso a la restricción existente, toma una posición en opciones. Dicho operador ha expuesto a su entidad a una situación de riesgo operacional, pues aún admitiendo que el operador pueda estar perfectamente capacitado para tomar y gestionar dicha posición en opciones, lo que puede que no sepa es que, por ejemplo, los sistemas de la entidad no permiten procesarla, el personal del área de operaciones (*back office*) no está capacitado para administrarla o que el personal del área de análisis y control de riesgos no tiene los conocimientos necesarios para controlar sus riesgos. Todas estas razones pueden explicar por qué la operativa en opciones no está autorizada.

- Procedimientos inadecuados:
  - Nuevas actividades y productos: es el riesgo que se genera por iniciar una nueva actividad, o por comenzar a operar en un nuevo producto, sin que exista en la entidad un conocimiento suficiente y una estructura operativa y de control de riesgos adecuada.
 

En este caso, también sería válido el ejemplo anterior del operador que toma una posición en opciones sin autorización. Como veremos más adelante, debe existir una política según la cual antes de iniciar una actividad o antes de comenzar a operar en un nuevo producto, estos deben ser analizados y aprobados por un comité de nuevos productos.
  - Procesamiento de operaciones: es el riesgo de que se puedan producir errores o fallos de control en una o varias de las siguientes fases del procesamiento de las operaciones:
    - Registro: es el riesgo que se genera cuando existen operaciones que no son registradas, o son registradas de forma incorrecta, originando información errónea sobre la exposición al riesgo y para la toma de decisiones.
    - Cálculo de la posición: es el riesgo producido por la existencia de diferencias, no detectadas, entre la posición reportada por las áreas de negocio y las áreas de control.
    - Confirmación: es el riesgo de que en el proceso de confirmación no se detecten, tanto datos erróneos de las operaciones registradas, como operaciones contratadas y no registradas.
    - Liquidación: es el riesgo de que los fondos (activos financieros) no sean cobrados (recibidos) o pagados (entregados) en las fechas contratadas, o lo sean de forma incorrecta.
    - Acceso físico: es el riesgo de que el efectivo u otros activos (valores, cheques, etc.) sean accesibles a personal de la entidad no autorizado.
    - Acceso a los sistemas: es el riesgo de que personal no autorizado de la entidad pueda consultar o modificar información contenida en los sistemas.
    - Financiación: es el riesgo de que una incorrecta gestión de los fondos pueda derivar en intereses por descubiertos en cuentas o en un costo de oportunidad por infrutilización de los fondos.
    - Valoración: es el riesgo de que las operaciones sean mal valoradas como consecuencia de la utilización de datos de mercado erróneos o de modelos de valoración incorrectos. El riesgo de valoración puede surgir tanto en el momento de la cotización (*pricing*) de un instrumento, como en un momento posterior a la contratación, al revalorarlo a mercado (*marked-to-market*).
    - Contabilización: es el riesgo que surge como consecuencia de un registro contable incorrecto de las operaciones de acuerdo a las normas existentes en cada país para cada tipo de operación.
- Errores humanos y fraudes:
  - Integridad y buen juicio: es el riesgo de que el personal de la entidad, de forma intencionada o no, incumpla las políticas, procedimientos y controles establecidos, poniendo en peligro la seguridad de la operativa diaria.
  - Recursos humanos: es el riesgo de que se produzcan ineficiencias o errores en la ejecución y procesamiento de las operaciones debido a la ausencia de personal adecuado, no suficientemente formado o a la existencia de una alta rotación.

Por ejemplo, una situación que se suele dar en algunas entidades es la existencia de importantes diferencias entre la capacitación y formación existente entre el personal de las áreas de negocio y las áreas de administración y control, lo que se puede convertir en una fuente importante de riesgo operativo.

- Fraude y conflicto de intereses: es el riesgo de que el personal de la entidad actúe anteponiendo sus intereses particulares a los intereses de la entidad.

Por ejemplo, una práctica que puede generar conflicto de intereses es la existencia de remuneraciones variables calculadas como un porcentaje de los resultados (bonus) en algunas áreas de negocio (tesorería por ejemplo). Esta práctica podría derivar en algunos casos en la asunción de riesgos importantes por parte de los operadores, ya que estos saben que si la “apuesta” les sale bien la entidad va a tener un buen resultado y ellos van a percibir un bonus proporcional a dicho resultado, mientras que si la “apuesta” les sale mal la entidad va a sufrir una pérdida y ellos van a seguir percibiendo la parte fija de su remuneración.

Es fundamental que la determinación de los incentivos sea coherente con las políticas de control de riesgos; una alternativa es establecer la remuneración variable en función de los resultados obtenidos, pero también del RORAC (rentabilidad ajustada a riesgo) generado. Adicionalmente, es muy importante establecer los límites en términos de Capital en Riesgo.

- Fallos en los sistemas informáticos:
  - Interrupción en el procesamiento de las operaciones: es el riesgo generado por la incapacidad de procesar operaciones contratadas debido a fallos en los equipos informáticos, huelgas o desastres naturales.

Aunque, en principio, es difícil medir el riesgo operacional al que está expuesta una entidad, las entidades deben intentar cuantificarlo, para poder asignar el capital necesario. Una alternativa podría ser la siguiente:

- En primer lugar, las entidades deben evaluar la calidad de los controles internos implantados en los diferentes negocios en los que operan, con el fin de poder dar, para cada negocio, una calificación global de la calidad del control operativo.
- En segundo lugar, las entidades deben definir, para cada negocio, qué magnitudes son las más representativas del riesgo operativo asumido, por ejemplo:
  - Saldos de operaciones de activo y pasivo.
  - Volumen de ingresos y costos.
  - Volumen de activos y pasivos (incluyendo operaciones de fuera de balance).

Las magnitudes anteriores pueden ser una buena aproximación al volumen de operativa y por tanto a la exposición al riesgo operacional.

- En tercer lugar, las entidades deben calcular para cada negocio el riesgo operacional asumido.

Para un determinado negocio, la cuantificación del riesgo operacional será igual a un porcentaje de las variables definidas como representativas del riesgo operativo de dicho negocio (por ejemplo, para una unidad de banca comercial puede ser un 10% de la suma de los saldos de activo y pasivo). El porcentaje dependerá de la variable sobre la que se vaya a aplicar y de calificación global de la calidad del control operativo que haya alcanzado dicho negocio (a más calidad de control menor porcentaje).

El hecho de que el riesgo operacional sea difícil de cuantificar, no implica que dicho riesgo no se deba gestionar y reducir a través del establecimiento de un marco de control de las operaciones que garantice la integridad de los datos y una segregación de funciones adecuada.

El sistema de control operativo debe ser lo suficientemente flexible para adaptarse a las características de la entidad y de los mercados e instrumentos en los que opera. Es importante destacar que el objetivo de dicho sistema debe ser controlar y reducir los riesgos operacionales

pero de forma equilibrada, ya que el establecimiento de sistemas de control demasiado estrictos y burocráticos puede coartar la operativa y reducir el nivel de actividad sin que exista una compensación de reducción de riesgos operativos equivalente.

Por ejemplo, existen áreas de negocio como la banca comercial en las cuales suele haber tiempo suficiente para cumplir todos los controles operativos antes de cerrar una operación (por ejemplo, la concesión de un préstamo). Sin embargo en un área como la tesorería este tiempo es mucho más limitado, sobre todo en momentos de mucha actividad en los mercados. Esto no implica que en la actividad de tesorería se deban relajar los controles operativos, pero sí que dichos controles se deben adaptar a la realidad del negocio para no dificultar la operativa.

Las entidades deben elaborar manuales para cada uno de los negocios en los que sean activos, en los que se recojan, de forma detallada, todas las políticas y procedimientos<sup>1</sup> que tienen implantados para controlar el riesgo operativo, los cuales serán de obligado cumplimiento para todo el personal de la entidad involucrado en dichas actividades.

Como veremos más adelante al hablar del código de conducta, algunos casos de incumplimiento pueden derivar en sanciones, para lo cual deberá existir un comité de ética profesional, encargado de analizar la gravedad de cada caso concreto de incumplimiento y de determinar las sanciones oportunas.

Los manuales de control del riesgo operativo deberán contener al menos la siguiente información básica:

- Descripción del negocio:
  - Objetivos y estrategia del negocio
  - Estructura organizativa del área, especificando las funciones de cada uno de los comités y departamentos implicados.
  - Tipología y características de los productos en los que se opera.
  - Tipología y características del tipo de actividades que se realizan.
- Procedimientos y controles operativos para las áreas de negocio y las áreas de administración y control.
- Políticas de control del riesgo operativo:
  - Código de conducta
  - Operativa autorizada
  - Aprobación de nuevas actividades y productos
  - Niveles de autoridad operativos
  - Otras políticas específicas para cada tipo de negocio
  - Revisión y mantenimiento del manual
- Plan de contingencia de sistemas.

El contenido concreto de los manuales de control de riesgo operativo, así como la definición específica de las políticas y los procedimientos, variará para cada tipo de entidad (corporación industrial, entidad financiera, etc.) y para cada tipo de negocio (por ejemplo, en una entidad financiera: tesorería, banca de empresas, banca de particulares, etc.).

En función de la estructura anteriormente planteada, a continuación se desarrolla como ejemplo un modelo básico de las políticas y procedimientos que debería establecer una entidad (financiera o no) para el negocio de tesorería y mercado de capitales.

<sup>1</sup> Los procedimientos son prácticas y formas de actuar que se deben tener en cuenta a lo largo del procesamiento de las operaciones, desde que se contratan hasta que vencen. Las políticas son principios básicos de gestión del riesgo operativo.

## Procedimientos y controles operativos para el negocio de tesorería

El punto de partida para poder implantar un sistema de control operativo eficiente es una estructura organizativa en la que exista una adecuada segregación de funciones entre las áreas de negocio, administración y control. En el caso concreto del negocio de tesorería debe existir una completa segregación de funciones e independencia entre las áreas de contratación (*front office*) y operaciones (*back office*) y el área de análisis y control de riesgos.

La naturaleza de esta independencia, en lo que se refiere al área de análisis y control de riesgos, va a depender del tamaño y la complejidad de la actividad de tesorería de la entidad. Por ejemplo, en instituciones que tengan una tesorería con volumen de actividad importante, operando en una gran diversidad de productos y mercados, se justifica la existencia de un área de análisis y control de riesgos lo suficientemente dotada y totalmente independiente del *front office* y el *back office*.

Por el contrario, en casos excepcionales, como por ejemplo, entidades con una actividad de tesorería reducida que operan en instrumentos muy concretos y poco complejos se podría justificar el que no exista un departamento de control de riesgos como tal y que dicha función sea asumida, a través de mecanismos adecuados que garanticen la independencia y la desagregación del control, por la gerencia de la entidad o por algún tipo de comité con atribuciones de control.

Lo que siempre tiene que existir, independientemente del tamaño y la complejidad de la actividad de tesorería de la entidad, es una completa segregación de funciones entre el *front office* y el *back office*, con el fin de evitar que en un mismo área, o incluso las mismas personas, estén simultaneando funciones incompatibles (por ejemplo, contratación y procesamiento de las operaciones) desde un punto de vista de control operativo.

Los controles y procedimientos que se exponen a continuación son de aplicación para cualquier operación de tesorería. No obstante, cuando se realicen operaciones complejas, operaciones poco habituales u operaciones de montantes importantes, es conveniente que las entidades intensifiquen los controles (por ejemplo realizando segundas validaciones) y que sean más exhaustivas con los procedimientos operativos.

### PROCEDIMIENTOS Y CONTROLES OPERATIVOS GENERALES

#### Acceso a sistemas

Los controles de acceso a sistemas tienen como objetivo prevenir que personas no autorizadas tengan acceso a ciertas funciones de los sistemas de tesorería, lo que les permitiría leer, alterar, añadir o borrar información existente en las bases de datos, o introducir transacciones no autorizadas para su procesamiento.

Los controles de acceso a los sistemas deben estar diseñados de tal forma que cada miembro del área de tesorería únicamente pueda acceder a las funciones estrictamente necesarias para desarrollar la tarea que tenga encomendada. Los controles de acceso permiten garantizar la segregación de funciones.

Los controles de seguridad y las claves de acceso deben ser controlados por un administrador de los sistemas de tesorería (área de tecnología y sistemas), que debe ser independiente de las áreas que los utilizan. Esta persona será responsable de evaluar el nivel de seguridad, administrar los sistemas de acceso y los controles claves y de auditar el cumplimiento de las políticas de seguridad.

## Control y mantenimiento de bases de datos estáticas

Las bases de datos estáticas contienen información básica para el funcionamiento de los sistemas de tesorería. Suelen existir bases de datos estáticas con información sobre contrapartidas y clientes, *brokers*, calendarios, entidades y cuentas de corresponsales, divisas, carteras, bases de cálculo, características básicas de instrumentos (por ejemplo, emisiones de deuda), usuarios de los sistemas y niveles de acceso, etc.

Los datos que contienen las bases de datos estáticas normalmente se imputan únicamente una vez y solamente son modificados cuando es necesario (por ejemplo, cambio de dirección de un cliente, cambio del número de cuenta de un corresponsal, modificación del nivel de acceso de un usuario, etc.). Un mantenimiento adecuado de las bases de datos estáticas requiere la existencia de una serie de controles:

- La responsabilidad del mantenimiento de las bases de datos estáticas recaerá en el administrador de los sistemas de tesorería (área de tecnología y sistemas), el cual deberá ser independiente de las áreas que las utilizan.
- Las modificaciones, altas y bajas de información deberán ser propuestas por los responsables de *front office*, *back office* y del área de análisis y control de riesgos, y deberán ser revisadas y aprobadas por el área de tecnología y sistemas.
- Se deberán seguir todos los procedimientos y controles que se especifican más adelante en cuanto a introducción y verificación de datos.
- Es muy importante que existan bases de datos estáticas comunes para todos los sistemas de tesorería; de no ser así la entidad deberá establecer controles que garanticen que los datos estáticos son coherentes en todos los sistemas.

## Control de boletas

Todas las operaciones no imputadas directamente en los sistemas de *back office* desde los sistemas de *front office* están sujetas a los siguientes controles sobre las boletas manuales:

- Las boletas deberán estar prenumeradas secuencialmente y agrupadas en blocs. Cada boleta se compondrá de un original y un número de copias que dependerá del número de personas que tengan que recibir dicha boleta.
- Todos los blocs no utilizados deben estar controlados de forma centralizada en el *back office* en una localización segura y se irán entregando a los operadores a medida que éstos los vayan solicitando y previa entrega del bloc antiguo ya utilizado.
- Todos los blocs entregados deben anotarse en un registro de control. Este registro puede ser utilizado para identificar al operador que ha utilizado una boleta específica, por medio del número correspondiente.
- Los operadores deberán enviar al *back office* todas las boletas utilizadas, incluso las anuladas, especificando claramente este extremo.
- Cada producto negociado debe tener una hora de cierre preestablecida que se acomode a las necesidades de negociación del *front office* y operativas del *back office*, de tal forma que las operaciones puedan ser adecuadamente procesadas en forma y tiempo.
- Al final del día, el *back office* debe revisar todas las operaciones e identificar cualquier operación fuera de secuencia, localizar al operador involucrado y buscar la boleta que falta u obtener una explicación. El *back office* debe asegurarse de que todas las operaciones del día han sido capturadas.

- Una vez cerrado el día y cuadradas las boletas, éstas deben ser guardadas bajo la custodia del *back office*.

### Control de grabaciones telefónicas

Las entidades deben tener instalado un sistema que permita grabar todas las conversaciones mantenidas por los operadores, así como implantar controles que garanticen que todas las operaciones se cierran desde teléfonos de la sala de operaciones sujetos al sistema de grabación<sup>2</sup>.

Siempre que haya una discrepancia con una contraparte, o siempre que un operador lo solicite, se recurrirá a la grabación la cual será analizada por el operador implicado y por una persona de *back office*, anotando en un libro de registro de acceso a escuchas de conversaciones telefónicas la persona que lo solicita, motivo, línea escuchada, día y hora de la grabación y día y hora de la escucha. En ningún caso un operador podrá acceder a grabaciones que no pertenezcan a su área de responsabilidad.

Las grabaciones de conversaciones telefónicas se conservarán durante un tiempo razonable (que va depender en gran parte del plazo de vencimiento de cada operación), y en caso de discrepancias hasta que éstas se resuelvan totalmente.

Adicionalmente, el *back office* deberá revisar periódicamente las grabaciones de las conversaciones telefónicas de los operadores. Este procedimiento debe ser realizado de manera rotativa, de forma que cada operador esté sujeto a esta revisión por lo menos una vez al trimestre, los pasos a seguir serán los siguientes:

- Una vez seleccionado un operador, obtener un bloc de boletas utilizado con la hora y fecha de las operaciones anotadas.
- Obtener las cintas apropiadas y escuchar una sección de una hora de la cinta.
- Comparar las operaciones comentadas en la cinta con los datos de la operación que aparecen en el bloc de boletas y anotar cualquier discrepancia con los datos registrados en el momento en que la boleta fue anotada.
- Anotar cualquier discrepancia, u otra información inapropiada comentada en la cinta, en un registro de observaciones de cintas telefónicas.
- Aclarar las discrepancias con el operador implicado y con el responsable del *front office*.

### Controles automáticos en los sistemas

- Los sistemas de tesorería deben tener en funcionamiento controles automáticos de edición–validación para asegurar la exactitud de los datos introducidos.
- Los sistemas deben tener controles sobre las operaciones introducidas para verificar los datos clave (contraparte, *brokers*, plazos de vencimiento, divisa, instrumento, etc.) y poderlos comparar con las bases de datos estáticas, con el fin de detectar errores o violaciones de las autorizaciones establecidas.
- Los sistemas deben de tener controles programados para asegurar la precisión y la integridad de los datos (como pruebas sobre caracteres alfabéticos o numéricos, pruebas sobre convalidaciones de importes, verificación de códigos y campos requeridos).

<sup>2</sup> Como excepción véase más adelante (p. 141) la política para operaciones realizadas desde fuera de la sala.

- Los sistemas deben tener controles que no dejen introducir una operación si no se ha completado toda la información definida como básica para poder procesarla.
- Los sistemas deberán generar un informe de errores, que será revisado por los encargados de introducir los datos en los sistemas, con el fin de hacer las correcciones correspondientes lo antes posible.
- En el caso de que no existan controles automáticos en los sistemas, debe existir una revisión manual de los datos introducidos.

### Controles para la transferencia directa de datos entre sistemas

En el caso de que en la tesorería de la entidad se utilicen varios sistemas para ejecutar las diferentes funciones durante la contratación y el procesamiento de una operación, los datos de transacciones que sean transferidos de un sistema a otro sin intervención manual deberán pasar los siguientes controles para asegurar su precisión e integración:

- Pruebas automáticas realizadas en el sistema receptor, incluyendo caracteres de fin de mensaje o campos de control.
- Comunicación por el sistema receptor al sistema emisor del número de mensajes, el total de operaciones enviadas como confirmación, o ambos.
- Cuando se produzca una transmisión incompleta o inválida, la nueva transmisión se efectuará manual o automáticamente de forma inmediata.

### PROCEDIMIENTOS Y CONTROLES OPERATIVOS EN EL *FRONT OFFICE*

Para que el sistema de control operativo sea eficiente, la existencia de una adecuada independencia entre las áreas implicadas en la actividad de tesorería es una condición necesaria pero no suficiente; adicionalmente se deben segregar ciertas funciones dentro de cada una de las áreas. En concreto, dentro del *front office* debe existir una separación entre los operadores que operan por cuenta propia y los que operan por cuenta de terceros, definiéndose procedimientos que aseguren la independencia de ambas actividades y eviten la posibilidad de que los intereses de la entidad puedan prevalecer sobre los del cliente.

Los procedimientos y controles que una entidad debe implantar en la operativa del *front office* pueden ser estructurados en función de las diferentes fases de la actividad de dicha área:

- Al inicio del día
- Antes de contratar una operación
- Después de contratar una operación
- Al final del día

#### Al inicio del día

- Cada operador debe comprobar toda su documentación personal para cerciorarse de la utilización de sus límites personales.
- Repasar los informes con las posiciones al cierre del día anterior para cada producto en los que se tiene autorización para operar, para conocer la posición al inicio de cada sesión.
- Analizar y estudiar informes de mercado.

- Se recomienda que todas las mañanas se celebre una reunión, en la que participen todos los operadores y jefes de mesa, donde se establezca la estrategia a seguir durante el día en base a las posiciones actuales, los informes de mercado analizados y las expectativas de evolución de precios.

### Antes de contratar una operación

- Asegurarse de que la contraparte tiene una línea de crédito abierta y que el consumo de línea de la operación que se quiere contratar no va producir un exceso.
- Comprobar la posición abierta actual y asegurarse de que la nueva operación no va a generar un exceso en los límites de mercado establecidos.
- Si la operación se va realizar a través de un intermediario comprobar que esté autorizado por la entidad.
- Si los riesgos de crédito o mercado van a ser sobrepasados, es necesario solicitar una autorización antes de cerrar la operación y verificar que la autorización ha sido aprobada por la persona apropiada. Dicha autorización debe quedar documentada por escrito.
- Cotizar o acordar precios de mercado. Para los instrumentos en que no exista un precio de mercado de referencia (por ejemplo, algunos derivados OTC) se deberán utilizar modelos de valoración previamente validados por el área de análisis y control de riesgos.
- En las operaciones con clientes los vendedores deberán asegurarse de que éstos tienen la experiencia suficiente en los instrumentos que quieren contratar y que comprenden todos los riesgos implícitos en la operativa que quieren realizar. Para el caso de productos sofisticados o clientes poco experimentados el vendedor debe enviar al cliente antes de cerrar la operación una propuesta escrita en la que figuren las características de la misma así como un análisis de los riesgos implícitos.
- Cerrar la operación si es aceptable y cumple con todos los límites y autorizaciones (producto, moneda, etc.).

### Después de contratar una operación

- Acceder al sistema informático directo de introducción de datos (si éste existe) e introducir los datos de la operación. En caso de no haber sistema informático de introducción de datos en el *front office*, completar la boleta de operación (con todos los datos), firmarla y ficharla con reloj provisto para ello que incluya la hora en que fue contratada la operación.
- Actualizar los sistemas de control de riesgos (mercado y contrapartida), así como los sistemas de cálculo de la posición. Este proceso debe realizarse después de cerrar cada operación, de modo tal que se asegure que existe un conocimiento real de la posición y sus riesgos en todo momento.
- Enviar la boleta original al el *back office* para que éste inicie el procesamiento de la operación y archivar una copia de la boleta en el *front office*.
- En el caso de operaciones complejas, el operador debe contactar con el *back office* con el fin de asegurarse de que la operación es comprendida y no existen problemas para su procesamiento.

## Al final del día

- A la hora de cierre, preparar informes de final del día con la posición y los resultados, donde se deben incluir todas las operaciones contratadas durante el día antes de la hora de cierre.
- Todas las operaciones contratadas después de la hora de cierre se incluirán en el informe del día siguiente. Las boletas de estas operaciones se entregarán al *back office* a la mayor brevedad para que puedan ser procesadas correctamente.
- Entregar al *back office* los informes de final del día para poder realizar una conciliación con la información de *back office*.
- Investigar las diferencias detectadas durante el proceso de conciliación. Los errores pueden producirse por haber boletas con errores, boletas extraviadas, u operaciones realizadas después de la hora de cierre no incluidas en algún informe.
- Corregir los sistemas informáticos según sea necesario. Los operadores de *front office* no deben retirarse hasta que hayan terminado de cuadrar su posición y operaciones realizadas con el *back office*.
- Preparar un nuevo informe corregido, si fuese necesario.
- Firmar los informes como prueba de conciliación y archivar.

## PROCEDIMIENTOS Y CONTROLES OPERATIVOS EN EL BACK OFFICE

El *back office* tiene como objetivo básico garantizar el correcto tratamiento y administración de las operaciones iniciadas por el *front office*, mediante la ejecución de tres tipos de tareas:

- Tareas de control: el *back office* es el garante de la integridad y exactitud de la información que se maneja en el área de tesorería, es decir, debe garantizar que las operaciones que se introducen en los sistemas coinciden exactamente con las operaciones realmente contratadas.
- Tareas administrativas: el *back office* es el encargado de garantizar el correcto procesamiento de las operaciones en todas sus fases (imputación y verificación de datos, confirmaciones, liquidaciones, conciliaciones, revaluaciones, etc.)
- Tareas de contabilización de las operaciones.

Al igual que en caso del *front office*, para que el sistema de control operativo en el *back office* sea eficiente, se deben segregar ciertas funciones, es decir, la entidad debe asignar las tareas de *back office* de forma que una misma persona no sea responsable de cualquiera de las siguientes combinaciones, a no ser que se defina un procedimiento de control específico que mitigue tal situación:

- Introducción de datos y verificación de datos.
- Introducción de datos y procesamiento de confirmaciones.
- Introducción de datos y funciones de supervisión.
- Introducción de datos y procesamiento de liquidaciones.
- Generación de ordenes de pago y liberación de ordenes de pago.
- Liquidación y conciliación de las cuentas en bancos corresponsales.

A continuación se detallan los procedimientos y controles que una entidad debe establecer para reducir el riesgo operacional en el procesamiento de las operaciones en el departamen-

to de *back office*. Es importante poner de manifiesto que, a la hora de implantar dichos procedimientos y controles, puede ser necesario realizar alguna variación o adaptación en función de los sistemas de *back office* que tenga cada entidad, así como en función del tipo de producto y los mecanismos de confirmación y cierre de cada mercado.

## Registro y verificación de datos

Todos los procedimientos y controles relacionados con la introducción y verificación de datos deben ser realizados por el *back office* durante el día en que se cerró la operación.

Las operaciones realizadas después de la hora de cierre deben ser procesadas en el mismo día; no obstante, dichas operaciones no se incluirán en los informes de final de día, sino que se incluirán en los informes del día siguiente.

Los controles que el *back office* debe establecer para garantizar la correcta imputación de los datos en sus sistemas van a depender de si las operaciones le llegan automáticamente desde los sistemas de *front office* o de si le llegan las boletas y la imputación se realiza de forma manual.

Si las operaciones son introducidas por los operadores en los sistemas de *front office* y existe una transferencia automática a los sistemas de *back office* se deberán tener en cuenta los procedimientos y controles generales referentes a la transferencia directa de datos entre sistemas. Aunque los datos de las operaciones ya deben haber sido validados por el sistema de *front office*, el *back office* debe realizar un segundo control para verificar la ausencia de errores y la razonabilidad de las mismas antes de validarlas en su sistema (por ejemplo, observando que su valor de mercado es similar al precio pagado o cobrado).

Si al *back office* le llegan boletas e imputa manualmente las operaciones en su sistema, deberá establecer los siguientes controles:

- Revisar los datos en la boleta de la operación y verificar que todos los datos pertinentes estén incluidos y que el operador esté autorizado para operar en el producto. Si algún dato no se ha incluido, devolver la boleta al operador para su revisión. Si el operador no está autorizado para operar en el producto, notificar al responsable del *front office* y obtener su aprobación para procesar la boleta.
- Comprobar que la boleta de la operación cumpla con los requisitos necesarios (boleta original, indicación de hora, firma del operador) y devolver las boletas incompletas al operador.
- Introducir los datos de la operación en la base de datos de operaciones.
- Efectuar una verificación visual comparando los datos claves con los datos de pantalla para asegurar que los datos de la boleta han sido introducidos correctamente. Dicha verificación es importante que la realice una persona diferente a la que ha imputado la operación en el sistema.
- Visar la boleta como comprobante de su introducción y verificación.

Adicionalmente a los controles de verificación de los datos de las operaciones, e independientemente de que éstas se imputen automática o manualmente en los sistemas, el *back office* debe establecer un control que le permita comparar los precios o tipos utilizados en las operaciones con fuentes independientes con el fin de asegurarse de que todas las operaciones han sido realizadas a precios o tipos de mercado.

El control anteriormente mencionado puede realizarse automáticamente mediante un proceso informático o manualmente mediante muestreo. Todas las operaciones fuera de un

rango preestablecido deben ser investigadas y reportadas a los responsables de *front office*, *back office* y al área de análisis y control de riesgos.

### Procesamiento de confirmaciones

Es fundamental que todo el proceso de emisión, recepción y conciliación de confirmaciones (*back office*) sea totalmente independiente de la función de contratación (*front office*). Toda la documentación debe ser completada e intercambiada lo más pronto posible después del cierre de cada operación.

Como norma general la entidad debe confirmar todas las operaciones, bien directamente o a través de una cámara de compensación. Igualmente, también debe reclamar a sus contrapartes que éstas le confirmen todas las operaciones contratadas con ellas.

### Generación y envío de confirmaciones

Todas las confirmaciones de las operaciones realizadas con contrapartes externas se deben enviar a la atención de un departamento de la contraparte (generalmente el *back office*) que sea independiente de la función de contratación. En el proceso de generación y envío de confirmaciones el *back office* debe establecer los siguientes procedimientos:

- Generar una confirmación de salida que contenga los datos exactos de la operación. La confirmación puede ser generada tanto manualmente como automáticamente desde la base de datos de operaciones de *back office*.
- Comparar los datos clave de la confirmación con la información listada en la base de datos de operaciones. Cualquier discrepancia detectada debe ser corregida adecuadamente.
- Enviar las confirmaciones a la contrapartes vía SWIFT, fax, télex o correo<sup>3</sup> inmediatamente después de ser generadas y revisadas.
- Archivar una copia de la confirmación.

Algunas operaciones tienen pagos intermedios o finales que dependen de las condiciones del mercado (FRA, *swaps*, opciones, etc.). En estos casos, salvo para los productos negociados en mercado organizado, los nuevos flujos deben ser confirmados cada vez que sean recalculados, para lo cual el *back office* debe establecer los siguientes procedimientos:

- Obtener el tipo de cambio o tasa de interés apropiado de una fuente de mercado independiente en el momento previsto anterior al que el pago es requerido (normalmente el día anterior o en el mismo día). Si los tipos se obtienen de *front office*, contrastar los datos con una fuente independiente.
- Preparar una confirmación que incluya los datos clave de la liquidación.
- Enviar la confirmación a la contraparte vía SWIFT, fax, télex o correo, una vez que esta haya sido convenientemente revisada.

<sup>3</sup> Cualquier vía de envío de confirmaciones que se utilice, debe dejar pruebas contrastables de que dicho envío se ha realizado.

Algunos productos requieren confirmación de pagos intermedios o finales debido a que el pago ocurre bastante tiempo después de que se haya cerrado la operación (por ejemplo, eu *swaps* a largo plazo). En este caso los procedimientos a seguir por el *back office* serán los siguientes:

- Revisar el calendario de pagos. Preparar una confirmación de pago para las operaciones requeridas, indicando a la contraparte el importe e instrucciones de pago.
- Enviar a la contraparte vía SWIFT, fax, télex o correo.
- Investigar o resolver cualquier discrepancia con la contraparte.

### **Procesamiento de confirmaciones recibidas**

Para todas las confirmaciones recibidas vía SWIFT o sistema similar de comunicaciones, es posible utilizar un sistema automático de conciliación de confirmaciones. Este sistema generará listados de conciliaciones no cuadradas, confirmaciones con discrepancias menores y confirmaciones con discrepancias en datos clave.

Todas las otras confirmaciones recibidas vía télex, fax o correo deben ser procesadas manualmente, para lo cual se seguirán los siguientes procedimientos:

- Sellar todas las confirmaciones con la hora y fecha de llegada.
- Contrastar los datos de la confirmación con los de la base de datos de operaciones y los de la boleta correspondiente.

Una vez procesadas y conciliadas las confirmaciones, ya sea automáticamente (SWIFT) o manualmente (télex, fax o correo) el *back office* debe seguir los siguientes procedimientos:

- Para todas las operaciones cuadradas o con discrepancias menores, documentar el hecho de que la operación ha sido conciliada, bien dentro de la base de datos de operaciones o en las boletas.
- Para las operaciones con discrepancias en datos claves, anotarla en un registro de errores, investigar el problema y resolverlo.
- Para las operaciones de las que no se han recibido confirmaciones en un plazo razonable, telefonar<sup>4</sup> a la contraparte para confirmar los datos de la operación y, además, solicitar una confirmación por escrito de la misma.

Las operaciones que se liquidan a través de una cámara de compensación son cuadradas por la propia cámara, la cual, en caso de discrepancias, se lo notifica a las contrapartes implicadas para que las investiguen y las resuelvan.

### **Procesamiento de liquidaciones**

El *back office* siempre debe asegurarse de que las operaciones o pagos han sido confirmados adecuadamente antes de proceder a liquidarlos (liberación del pago). La liberación del pago sin confirmación puede ocurrir si existe aprobación a un nivel suficiente.

<sup>4</sup> Desde una línea que grabe la llamada.

Los procedimientos y controles que el *back office* debe establecer para liquidar operaciones a través de la cuenta de la contraparte, van a depender de cómo se generen las órdenes de pago.

### **Órdenes de pago generadas manualmente**

El siguiente procedimiento está diseñado para la preparación manual de instrucciones de pago. Estas se transmiten solamente después de haber sido revisadas y aprobadas por un responsable de *back office*. Su revisión se requiere sólo en los casos en que los datos del pago son preparados y enviados por la misma persona. Los pasos a seguir son:

- Identificar diariamente todas las operaciones que requieren una orden de pago (por ejemplo, fecha valor en dos días) y obtener todos los datos de las operaciones a liquidar.
- Preparar las órdenes de pago para que sean autorizadas por el responsable de *back office* que desempeñe dicha función.
- Archivar una copia de la orden de pago con los otros documentos de la operación.
- Liberar las órdenes de pago según el medio utilizado (SWIFT, télex o fax), es conveniente que esta función la realice una persona diferente a la que prepara las órdenes de pago.
- Enviar un registro de pagos al área encargada de gestionar las cuentas de bancos corresponsales.

### **Órdenes de pago generadas automáticamente**

Este procedimiento está diseñado para sistemas que preparan automáticamente las órdenes de pago y parte del hecho de que los sistemas tienen controles de seguridad que impiden la introducción o modificación de cualquier operación, excepto mediante los procedimientos estándares de introducción de datos. Los pasos a seguir son:

- Generar las notificaciones de pago desde la base de datos de operaciones.
- Revisar los errores que pudiesen generarse, investigarlos y resolverlos.
- Enviar las notificaciones de pago para que sean autorizadas por la persona de *back office* que tenga dicha función.
- Enviar las notificaciones de pago.

Para aquellas operaciones que se liquiden a través de una cámara de compensación, no será necesario establecer procedimientos específicos de liquidación, pues el control lo realiza la propia cámara.

### **Conciliaciones**

Dentro de las funciones del *back office* está la de realizar conciliaciones, estas pueden ser fundamentalmente de tres tipos:

- De posiciones
- De cuentas de *broker*
- De cuentas de cobros-pagos

### **Conciliación de posiciones**

La conciliación de posiciones entre *front office* y *back office* debe ser realizada cada día después de la hora de corte establecida. Todas las partidas conciliatorias deben ser investigadas, explicadas y resueltas. El procedimiento de conciliación será el siguiente:

- Generar un listado de posiciones netas de *back office*.
- Reunirse con el personal apropiado de *front office* y reconciliar las posiciones netas.
- Resolver cualquier discrepancia revisando las posiciones, operación por operación, hasta que la diferencia sea explicada.
- Si la diferencia se refiere a una operación, bien no imputada en la base de datos de operaciones o imputada con error, localizar la boleta de la operación, corregirla y enviar los datos al encargado de introducción de datos en el sistema para su procesamiento.
- Documentar las razones de las discrepancias en el listado de posiciones netas de *front office* o *back office*, según corresponda.
- Anotar el resultado de la reconciliación en un registro de reconciliaciones de posiciones.

### **Conciliación de cuentas de broker**

Todos los gastos de intermediación deben ser facturados separadamente y no incluidos en los precios de las operaciones. Las posibles discrepancias que puedan existir en relación a los gastos de intermediación deben ser resueltas siempre por el *back office*, para evitar acuerdos de compensación en precio entre el *broker* y los operadores de *front office*. El procedimiento que debe implantar el *back office* para conciliar las cuentas de *broker* es el siguiente:

- Generar un listado de las operaciones contratadas a través de cada uno de los *brokers* autorizados con los que se opera durante el periodo que se va a conciliar.
- Aplicar los porcentajes de comisión de cada *broker* al volumen de operaciones contratadas en dicho periodo.
- Comparar las comisiones facturadas por los *brokers* con los importes recalculados.
- Investigar y resolver las discrepancias surgidas de la conciliación y anotarlas en un registro de discrepancias de comisiones de *brokers*.

### **Conciliación de cuentas de cobros-pagos**

El *back office* debe conciliar diariamente los estados de las cuentas en bancos corresponsales y en cámaras de compensación con los cobros y pagos que se han derivado de las distintas operaciones. Todos los errores detectados deben ser investigados, resueltos y registrados. Los estados de cuenta conciliados deberán ser firmados por el responsable de realizar dichas conciliaciones y archivados.

### **Revaluaciones**

Los procedimientos y controles expuestos a continuación se refieren a la revaluación de posiciones para propósitos contables, aunque es importante que exista una conciliación entre la revaluación contable y la revaluación a efectos de control de riesgos. Las revaluaciones con-

tables deben, sin embargo, cumplir con las regulaciones locales que pueden incluir requerimientos de tiempo, frecuencia y metodología. Los principales puntos a tener en cuenta son:

- A efectos de revaluación las operaciones se deben tomar de la base de datos de *back office*, la cual, según se ha expuesto anteriormente, debe estar conciliada con *front office*.
- Las revaluaciones deben ser realizadas sin intervención alguna del *front office*, todos los datos de mercado deben ser obtenidos por el *back office* de fuentes independientes.
- El *back office* documentará en un registro de discrepancias las diferencias relevantes existentes entre los precios-tipos utilizados por *front office* y los precios-tipos obtenidos de forma independiente, así como el impacto de dichas diferencias en la cuenta de pérdidas y ganancias.

### Contabilización de operaciones

Los siguientes procedimientos tiene como objetivo el control del proceso de contabilización de las operaciones:

- Generar los asientos contables bien automáticamente desde la base de datos de operaciones de *back office* o bien manualmente.
- Generar un informe con los asientos contables y enviar a la persona de *back office* encargada de revisar y aprobar los asientos contables.
- Enviar los asientos al departamento encargado de la contabilización.

### Políticas de control del riesgo operativo en tesorería

Además de los procedimientos y controles descritos en el apartado anterior, las entidades deben definir una serie de políticas cuyo objetivo es implantar los principios básicos de gestión del riesgo operativo en el negocio de tesorería. Las políticas que se deben definir e implantar son las que se exponen a continuación.

En el capítulo 2 se definieron las responsabilidades y funciones de los diferentes estamentos de la entidad en relación al control del riesgo operativo:

- El consejo debe sancionar la estrategia de gestión de riesgos, aprobada previamente por el comité ejecutivo, la cual debe contener, entre otros aspectos, las políticas y procedimientos de control del riesgo operativo.
- El comité de riesgos debe definir y asegurarse de la correcta implantación de las políticas y procedimientos necesarios para controlar el riesgo operativo.
- Los comités de negocio y el CAP deben garantizar que en su área de responsabilidad se siguen las directrices marcadas en la estrategia de gestión de riesgos y, en concreto, que se cumplen las políticas y procedimientos de control del riesgo operativo establecidas por el comité de riesgos.
- El área de análisis y control de riesgos debe implantar las políticas y procedimientos de control del riesgo operativo y asegurar que el resto de áreas las cumple.

## CÓDIGO DE CONDUCTA

A través de esta política la entidad debe definir las normas y conductas que todos los empleados del área de tesorería deben seguir en el transcurso de sus actividades diarias de forma que se eviten riesgos operativos y se salvaguarde la rectitud e integridad de la entidad, fomentado así la confianza pública en la misma.

Una vez que el código de conducta sea definido y aprobado, cada miembro activo del área de tesorería debe firmar un documento donde manifieste que conoce su contenido y se compromete a cumplirlo.

En el código de conducta la entidad debe establecer normas de obligado cumplimiento para los empleados del área de tesorería que regulen los siguientes aspectos:

- Independencia: la independencia profesional es la facultad de actuar con integridad y objetividad. Dicha independencia debe fortalecerse a través del cumplimiento de las siguientes políticas:
  - Todas las actuaciones deben regirse por criterios profesionales, obviando en todo momento consideraciones personales.
  - El personal de tesorería no podrá tener intereses financieros o inversiones en las entidades con las que existen relaciones derivadas de la actividad del área (entidades restringidas), y que pudiesen presuponer una falta de objetividad en el desarrollo de las operaciones.

En el código de conducta se deben establecer restricciones relativas a la posibilidad de que personal del área de tesorería, sus cónyuges o personas financieramente dependientes tengan relaciones con entidades restringidas, ya sean intereses financieros, relaciones contractuales, laborales, de asesoramiento o de consejo, solicitud o concesión de préstamos o fiducias, condiciones especiales en compra de bienes y servicios, aceptación de regalos o gratificaciones, etc.

- Utilización de información confidencial: por información confidencial se entiende toda la información no pública que se maneja como consecuencia de la actividad habitual del área de tesorería, y en general toda la información que la dirección del área defina como confidencial.

En el código de conducta deben establecerse normas que prohíban que empleados del área de tesorería desvelen a terceros información confidencial, la utilicen en beneficio propio o recomienden a terceros la realización de operaciones en base a dicha información.

- Conflicto de intereses: en el código de conducta deberán existir normas que eviten y regulen los conflictos de intereses que puedan surgir entre el área de tesorería y otras áreas de la entidad, clientes y, en general, terceras partes.
- Utilización del nombre de la entidad: en el código de conducta deben existir normas para que ningún miembro del área de tesorería pueda utilizar el nombre de la entidad para desarrollar actividades o ejecutar operaciones para las que no está autorizado. También debe exigirse que cuando se utilice el nombre de la entidad para actividades u operaciones autorizadas se haga con profesionalidad, evitando comprometer la estabilidad financiera de la entidad o poner en entredicho su imagen y credibilidad.
- Comité de ética profesional: en el código de conducta se deberá establecer la composición y funciones de un comité de ética profesional que velará por el cumplimiento de las normas definidas en el código y establecerá las sanciones oportunas en caso de incumplimiento.

## OPERATIVA AUTORIZADA

A través de esta política el comité de riesgos debe definir de forma explícita y por escrito qué tipo de operativa está autorizada desde diferentes puntos de vista:

- **Productos autorizados:** se deben definir los productos en los cuales puede operar la tesorería, especificando, si existen, restricciones en cuanto a modalidades específicas, posiciones y tipos de operativa dentro de los diferentes productos.
- **Monedas autorizadas:** la entidad debe especificar las monedas en las que puede operar la tesorería, así como las restricciones que puedan existir en cuanto al tipo de posiciones que se pueden tomar en cada una de ellas.
- **Brokers autorizados:** la entidad debe elaborar y actualizar una lista de *brokers*<sup>5</sup> autorizados a través de los cuales la tesorería puede contratar los diferentes instrumentos negociados.
- **Operadores autorizados:** la entidad debe elaborar y actualizar una lista en la que figuren las personas que están autorizadas para operar en el área de tesorería, especificando en qué productos está autorizado a operar cada uno de ellos y el nivel de riesgos que puede asumir.

## APROBACIÓN DE NUEVAS ACTIVIDADES Y PRODUCTOS

A través de esta política el comité de riesgos debe definir las normas que se deben seguir para revisar y aprobar nuevas actividades y productos, con el fin de poder identificar los riesgos y beneficios asociados antes de comenzar la operativa. Las normas que se deben establecer deben recoger los siguientes aspectos:

- Criterios para determinar cuándo una actividad o producto tendrá consideración de nuevo y, por tanto, estará sujeto a esta política.
- Análisis que se debe realizar para obtener la aprobación de una nueva actividad o producto, especificando quien debe realizarlo, así como sus características y contenido.
- Composición y funcionamiento de un comité que tendrá como función revisar y aprobar nuevas actividades y productos.
- Procedimientos y fases del proceso de aprobación.

## NIVELES DE AUTORIDAD OPERATIVOS

A través de esta política el comité de riesgos debe establecer las responsabilidades y autoridades asociadas a cuestiones operativas y de procesamiento de las operaciones de tesorería. Algunos aspectos que se deben regular a través de esta política son los siguientes:

---

<sup>5</sup> Por *brokers* se entienden los agentes del mercado que actúan como intermediarios entre las contrapartes en las operaciones de tesorería, ayudando a sus clientes a cerrar las operaciones en las condiciones más ventajosas posibles, intentando en todo momento buscar el mejor precio y la mejor contrapartida para la operación que el cliente quiere realizar. Según esta acepción los *brokers* no toman posiciones y su beneficio depende de las comisiones cobradas a las contrapartes cada vez que cierran una operación.

- Quién puede autorizar errores operacionales y hasta qué volumen.
- Quién puede autorizar las investigaciones y las correcciones derivadas de errores y discrepancias operativas.
- Quién puede autorizar y firmar la liberación de órdenes de pago.

## OTRAS POLÍTICAS ESPECÍFICAS PARA LA ACTIVIDAD DE TESORERÍA

El comité de riesgos debe definir y asegurar la implantación de políticas que regulen los siguientes aspectos específicos relacionados con la actividad de tesorería:

- Revaluación de posiciones: se definirán la frecuencia, las metodologías, los procedimientos y los sistemas informáticos que se deben utilizar para revaluar las posiciones de tesorería.
- Clasificación de carteras: se definirán las diferentes carteras en que se pueden clasificar las operaciones de tesorería, así como los criterios de clasificación y valoración de las mismas, tanto desde el punto de vista contable como de gestión.

En la definición de esta política, así como en la de revaluación de posiciones, la entidad deberá tener en cuenta, a efectos contables, las normas y criterios establecidos por los organismos reguladores competentes. A efectos de gestión, los criterios pueden diferir de los establecidos por dichos organismos.

- Operativa fuera de la sala de tesorería: como norma general todas las operaciones de tesorería deben efectuarse desde la sala de tesorería, con el fin de poder aprovechar la seguridad, la información disponible y la grabación de las conversaciones telefónicas. Sin embargo, existen situaciones en las que la volatilidad de los mercados o la diferencia de horarios entre los mercados hacen necesario realizar operaciones desde lugares distintos a la sala de tesorería. Para estos casos, la entidad debe establecer normas concretas, en las cuales se especifique qué operadores están autorizados, qué tipo de operaciones se pueden realizar y qué procedimientos operativos se deben seguir.
- Operaciones internas: se consideran operaciones internas las realizadas entre las diferentes mesas de una misma tesorería con el fin de cubrir posiciones, financiar carteras o transferir riesgos de un libro a otro. La entidad debe definir los criterios y normas a seguir para ejecutar y procesar las operaciones internas dentro del área de tesorería.
- Cesiones y cancelaciones de contrato: una cesión de contrato es un procedimiento legal por el que una parte (cedente) transfiere a una segunda parte (cesionario) todos sus derechos, responsabilidades y obligaciones relacionadas con un contrato ya existente firmado con una tercera parte (contraparte). Una cancelación de contrato es un procedimiento legal por el que una parte termina todos sus derechos, responsabilidades y obligaciones relacionados con un contrato vivo antes de la fecha de vencimiento de éste. La entidad debe definir las normas y criterios de actuación a la hora de ejecutar cesiones y cancelaciones de contratos.
- Prácticas inaceptables: la entidad debe definir explícitamente aquellas acciones o prácticas que se consideran totalmente inaceptables dentro de la actividad de tesorería, así como los controles necesarios para identificarlas y erradicarlas. Algunos ejemplos de prácticas que las entidades deberían catalogar de inaceptables son los siguientes:
  - Traspasos entre carteras no permitidos por la regulación vigente.
  - Utilización de puntos de *broker*: consiste en compensar discrepancias entre los operadores y los *brokers* a través de condiciones ventajosas de precio en operaciones futuras. Esta práctica, además de retrasar la liquidación de diferencias hasta que se

produzcan operaciones en el futuro, distorsiona los resultados de gestión e impide conocer a la dirección del área lo que realmente está pasando.

- Precios ajustados por acuerdo: consiste en ocultar una pérdida en un determinado título o posición cuyo valor de mercado ha disminuido, mediante un acuerdo con otra entidad por el cual el operador le vende a la entidad un título al precio histórico de compra y para compensar le vende otro título a un precio fuera de mercado.
- Precios fuera de mercado: en general la entidad debe prohibir que se realice cualquier operación a precios distintos a los vigentes en el mercado.

## REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DEL MANUAL

Como se expuso anteriormente las entidades deben definir e implantar manuales de control del riesgo operativo de las distintas actividades que desarrollen. Una de las políticas que se deben establecer en dichos manuales es la relativa a la revisión y mantenimiento de los mismos, para lo cual se deben definir los siguientes aspectos:

- Responsabilidades en relación al establecimiento, implantación y supervisión del cumplimiento de los procedimientos y controles establecidos en el manual.
- Responsabilidades en relación al mantenimiento del manual, con el fin de garantizar su integridad y continua aplicabilidad.
- Procedimientos para realizar modificaciones y actualizaciones del manual.

Otra posibilidad es que el área de análisis y control de riesgos, por delegación del comité de riesgos, sea la encargada de asumir en la práctica las funciones y responsabilidades anteriormente descritas.

## Plan de contingencia de sistemas

La dependencia que de los sistemas informáticos tiene el negocio de tesorería justifica la definición de un plan de contingencia<sup>6</sup> que permita a la entidad actuar rápida y eficientemente ante un posible siniestro o emergencia y se minimicen sus consecuencias en la actividad del área.

En el plan de contingencia de sistemas para el área de tesorería se deben incluir, entre otros, los siguientes aspectos:

- Definición y características de la estructura de sistemas del área y de la topología de la red (anillos, *bridges*, concentradores, servidores de ficheros, servidores de comunicaciones, *routers* de comunicaciones, servidores de impresión, etc.).
- Identificación de los usuarios o grupos de usuarios ligados a la red de tesorería especificando los servidores a los que se conectan.
- Establecimiento de procesos de registro de seguridad (*backup*) u otros procedimientos que potencien la redundancia de la información que se encuentra contenida en los servidores de ficheros y cuya pérdida total o parcial ocasionaría graves trastornos al área.

<sup>6</sup> Este tema se aborda más en profundidad en el capítulo 12 dedicado a los sistemas informáticos de gestión de riesgos.

- Definición de las posibles contingencias que pueden surgir en relación con los sistemas del área, así como de los procedimientos que se deben seguir en el caso de que estas acontezcan.
- Identificación de las personas del área de tecnología y sistemas a las que se debe recurrir en caso de contingencias.
- Definición de un plan de crisis que permita continuar operando en una ubicación física alternativa en caso de siniestro.

## **Recomendaciones de los estándares internacionales sobre riesgo operacional**

### **Recomendaciones del Grupo de los Treinta**

- La dirección de las entidades debe indicar explícitamente quién está autorizado para realizar operaciones con derivados.

### **Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados**

- Las entidades financieras deben establecer normas internas que regulen sus relaciones con sus clientes, principalmente con aquellos que operan en instrumentos derivados OTC. Dichas normas deben regular aspectos tales como:
  - Acuerdos de confidencialidad.
  - Presentación de informes y propuestas a las contrapartes, para que entiendan los riesgos que están asumiendo y para que conozcan la naturaleza de las relaciones que se establecen entre las partes.

### **Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales**

- Las entidades deben estar estructuradas de forma que esté garantizada una adecuada desagregación entre las funciones de negocio, administración y control.
- Las entidades deben contar con manuales de políticas y procedimientos para todos los negocios en los que operan. En dichos manuales se deben especificar todos los controles operativos que se deben considerar.
- Antes de permitir la utilización de nuevos productos las entidades deben verificar que existen procedimientos y controles para valorarlos y medir los riesgos inherentes a su utilización.
- Las entidades deben definir un código de conducta, el cual debe ser cumplido por todo el personal.
- Las entidades deben autorizar las contrapartidas, clientes y *brokers* con los que se puede operar.
- Las entidades deben establecer sistemas de retribución adecuados y que en ningún caso fomenten la asunción de riesgos excesivos.

*Página en blanco a propósito*

# Gestión y control del riesgo legal

## Introducción

El objetivo de este capítulo es analizar las principales cuestiones legales que deben ser tenidas en cuenta por las entidades a la hora de contratar operaciones. Si bien algunos de los aspectos que se exponen en los siguientes apartados son de aplicación general para cualquier tipo de operación financiera (concesión de un préstamo, captación de un depósito, etc.), el objetivo fundamental es analizar la problemática legal relacionada con las operaciones de tesorería.

En el ámbito de este capítulo, se parte de la base de que las entidades en general y la alta dirección de las mismas en particular realizan operaciones de buena fe, bajo el convencimiento que éstas se atienen y no violan los principios legales básicos. Es decir, en el ámbito de este capítulo no se contemplan cuáles serían los riesgos que asumiría una entidad que decidiese realizar algún tipo de operativa sabiendo de antemano que es ilegal.

En el segundo apartado se define el alcance del riesgo legal, así como los objetivos que una entidad debe perseguir a través de la gestión y el control de dicho riesgo. En el tercer apartado se presenta un manual para el control del riesgo legal de las operaciones de tesorería, en el cual se enuncian las situaciones que exponen a una entidad a riesgo legal y se definen cuáles son los controles que las entidades deben establecer para paliar el riesgo legal generado por dichas situaciones. En los últimos cuatro apartados se examina la problemática legal<sup>1</sup> específica en el entorno latinoamericano para cuatro aspectos relacionados con las operaciones de tesorería:

- Operaciones de divisa
- Instrumentos derivados y contratos marco
- *Netting*
- Los colaterales

## El riesgo legal: definición y alcance

Las entidades están expuestas a riesgo legal como consecuencia de la posibilidad de sufrir pérdidas por:

---

<sup>1</sup> Lo expuesto en este capítulo no debe tomarse como reflejo exacto de la situación legal en los países latinoamericanos, ya que desde la redacción del mismo pueden haber producido cambios legislativos. En todo caso, lo expuesto en este capítulo no sustituye a la necesidad, por parte de las entidades, de contar con una asesoría legal específica en cada momento.

- *Incapacidad legal para ejercitar los derechos* que se suponía otorgaban los documentos suscritos en relación a las operaciones realizadas, como consecuencia de:
  - Falta de la documentación adecuada.
  - Falta de apoderamiento de los operadores o de los firmantes de los contratos.
  - Violación de algún precepto legal.
  - Cambios en la legislación con posterioridad a la contratación de las operaciones.
  - Errores en la interpretación de la ley, dando por válidas situaciones no amparadas por la misma.
- *Compensaciones económicas a terceros* (clientes, proveedores, Estado, etc.), como consecuencia del incumplimiento de la ley. Dichas compensaciones pueden materializarse en indemnizaciones, multas o impuestos no previstos inicialmente.
- *Disminución del volumen de negocio*, como consecuencia de:
  - Pérdida de reputación debida a litigios con terceros, los cuales pueden llegar a crear, por ejemplo, una imagen de falta de rigor legal por parte de la entidad.
  - Cambio en las disposiciones legales, tales como leyes antimonopolio, que se apliquen cuando la entidad tiene “demasiado éxito” y arrincona a sus competidores, o bien por nuevas medidas de liberalización que fomentan la entrada de competidores en el mercado.
  - Pérdida de oportunidades de negocio, debido a que la entidad:
    - Quiere reducir en exceso las pérdidas potenciales a las que está expuesta por riesgo legal, exigiendo, por ejemplo, un nivel de protección jurídica excesivo para el mercado en cuestión, lo cual le lleva a rechazar ciertos negocios u operaciones, sin comprobar si la rentabilidad esperada compensa el riesgo legal asumido.
    - No realiza un seguimiento exhaustivo de los cambios legislativos (fiscales, regulación de los mercados, etc.) en los mercados en los que opera, lo que le impide acceder o acceder a tiempo a las nuevas oportunidades de negocio que se deriven de dichos cambios.

Para poder realizar de una manera eficaz las labores de seguimiento y control del riesgo legal, las entidades deben contar con un área especializada<sup>2</sup> que se debe dotar con los recursos necesarios, en función del tipo de actividad desarrollada y del volumen de negocio. El área legal de la entidad debe desempeñar su función de forma que se consigan los siguientes objetivos:

- Garantizar la capacidad legal para ejercitar los derechos. Como se expone en el apartado siguiente, el área legal debe establecer los controles necesarios para evitar situaciones que puedan poner en peligro la capacidad legal de la entidad de exigir a sus contrapartes las obligaciones por ellas asumidas como consecuencia de las operaciones realizadas. Para ello es necesario velar por la correcta documentación de los distintos contratos que se vayan acordando, cuidar la redacción y las modificaciones de los mismos, no descuidar el bastateo de poderes, examinar la necesidad de solicitar garantías así como el tipo de las mismas, etc.

Resulta importante que la documentación que se firme cumpla con todos los requisitos legales establecidos con el fin de evitar que las transacciones realizadas resulten inválidas o no ejecutables desde el punto de vista legal.

- Garantizar el cumplimiento de los requisitos legales. El área legal debe identificar todos los requisitos establecidos por las disposiciones legales aplicables a la operativa que

<sup>2</sup> Área de asesoramiento jurídico-legal y fiscal según la denominación utilizada en el capítulo 2. Para abreviar, en este capítulo se la denomina área legal.

realiza la entidad y controlar que se cumplen los mismos. La finalidad es evitar que la realización de operaciones no permitidas por la ley, con el consiguiente riesgo de nulidad de las mismas, o que el incumplimiento de las normas ocasione la obligación de tener que compensar a las partes con quién se ha contratado o a terceros, o sea impuesta alguna sanción o multa, etc.

Es también especialmente importante que el área legal controle que la entidad cumple adecuadamente toda la normativa existente en materia de impuestos.

- Identificar oportunidades de negocio. El área legal debe seguir la evolución de la normativa en los principales países en los que opere la entidad para, en función de las distintas disposiciones legales que se aprueben (o en virtud de la ausencia de las mismas), identificar nuevas oportunidades de negocio, por ejemplo:
  - Posibilidad de realizar operaciones con ciertos productos o clientes antes no autorizados por la ley.
  - Posibilidad de realizar operaciones que permitan a la entidad aprovechar tratamientos fiscales diferenciales entre países.
  - Posibilidad de estructurar los negocios de la entidad de forma que sean fiscalmente eficientes.

El área legal también debe alertar a la entidad respecto de las implicaciones que pudiesen tener en las operaciones ya en curso los distintos cambios legislativos que se produzcan a lo largo del tiempo.

- Evaluar y controlar el riesgo legal. Es importante señalar que, a pesar de haber cumplido todos los aspectos señalados anteriormente, siempre persiste la posibilidad de un riesgo legal residual (motivado por causas sobrevenidas, por análisis incorrectos o incompletos, etc.) que debe ser tenido en cuenta por las entidades a la hora de valorar cuál es su situación, desde un punto de vista legal, en relación con las distintas operaciones por ella realizadas.

La gestión del riesgo legal, si bien persigue disminuir en la medida de lo posible este riesgo, no puede obviar el hecho de que el mismo seguirá existiendo en todo caso. El área legal debe ser capaz de evaluar el riesgo legal al que se enfrenta en todo momento, a la vez que debe buscar los medios para reducirlo al máximo.

- Potenciar la existencia de un marco legal adecuado. Es importante que las entidades, a través del área legal, lideren acciones tendentes a concienciar a las autoridades de los diferentes países acerca de la necesidad de crear un marco legal adecuado que permita el desarrollo de los mercados: identificando y definiendo los productos derivados; regulando el *netting*; facilitando el uso y la elaboración de contratos marco en los que se engloben el mayor número posible de productos derivados y con respecto a los cuales se admita el *netting*; aclarando qué pasa con este tipo de contratos y operaciones en situaciones concursales, etc.

## El riesgo legal en operaciones de tesorería

El objetivo de este apartado es definir un manual para el control del riesgo legal de las operaciones de tesorería, y especialmente para los casos en que las contrapartidas sean clientes. En la columna izquierda de los cuadros que se presentan a continuación se enuncian las situaciones que exponen a una entidad a riesgo legal y en la columna derecha se definen los controles que las entidades deben establecer para paliar el riesgo legal generado por dichas situaciones.

## A. Antes de contratar las operaciones

<b>Situaciones que generan riesgo legal</b>	<b>Controles</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de contratar una operación por teléfono no se confirma la identidad del interlocutor (sobre todo cuando se trata de un cliente nuevo) ni la capacidad del mismo para vincular a la entidad a la cual dice que representa.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los operadores de la tesorería deben tratar de confirmar la identidad de las personas con las que se contratan operaciones por teléfono (máxime en el caso de tratarse de clientes nuevos) para verificar que realmente representan a quien dicen representar.</li> <li>• Cuando se contraten operaciones por teléfono, los operadores de la tesorería deben comunicar al interlocutor que se está grabando la conversación y solicitar su autorización al respecto (máxime si es la primera vez que se contrata con él y si no se trata de una persona habituada a realizar este tipo de operaciones).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de celebrar una operación no se asegura acerca de la capacidad legal de la contraparte para contratar una operación de ese tipo (por ejemplo, organismos públicos para contratar derivados con fines especulativos).</li> </ul>	<p>El área legal debe asegurarse que la de contrapartida puede realizar la operación de la que se trate, es decir, que no existe ningún tipo de impedimento legal que le prohíba o impida entrar en determinado tipo de transacciones.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antes de contratar una operación no se asegura que la contraparte ha entendido perfectamente los riesgos que asume, pudiéndole exigir responsabilidades en caso de pérdidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La entidad debe establecer mecanismos para que los operadores de la tesorería puedan asegurarse de que el cliente entiende los riesgos y las pérdidas potenciales asociadas a la operación que desea contratar. Dichos mecanismos pueden variar en función del tipo de cliente de que se trate y del grado de complejidad de la operación que desea realizar:             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuando se trate de operaciones poco complicadas o de clientes que sean operadores experimentados (entidades financieras, fondos de inversión, compañías de seguros, etc.) es suficiente con proporcionar información verbal de las características de la operación.</li> <li>• A medida que la complejidad de las operaciones aumenta o que la experiencia de los clientes disminuye es conveniente enviar al cliente propuestas escritas de la operación que quiere contratar, en las cuales se deben especificar los riesgos asociados e incluso análisis de los resultados que le generaría la operación ante diferentes escenarios.                 <p>Toda propuesta realizada a un cliente, debe incluir aquellas cláusulas legales que hayan sido redactadas por el área legal, cláusulas que, caso de que necesiten ser modificadas, deberán contar con el visto bueno del área legal para asegurar que la protección legal es suficiente.</p> </li> </ul> </li> </ul>

Es muy importante señalar a este respecto que la entidad ha de actuar siempre (y así ha de dejarlo claro al cliente) como parte en la transacción, y en ningún caso no como asesora del cliente.

## B. Después de contratar las operaciones

Situaciones que generan riesgo legal	Controles
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha contratado una operación y no se envía a la contraparte confirmación de la misma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una vez que se ha cerrado una operación al precio acordado el <i>backoffice</i> de la tesorería debe enviar al cliente una confirmación en la que se recojan los términos económicos acordados de la operación que acaba de cerrarse.           <p>Los términos de las confirmaciones deben ser redactados por el área legal, de acuerdo con las características de las operaciones de que se trate. Las confirmaciones deben enviarse a la mayor brevedad posible y siempre en las 24 horas siguientes al cierre de la operación. Esa confirmación deberá ser firmada por el cliente y devuelta inmediatamente, por fax y también por correo, dealmente.</p> </li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se ha contratado una operación y no se recibe confirmación de la contraparte, ni se firma un contrato en un tiempo razonable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>El <i>backoffice</i> debe reclamar al cliente todas aquellas confirmaciones que no hubiesen sido devueltas en el plazo de una semana, por ejemplo. En caso de que sea habitual que un cliente no devuelva las confirmaciones debidamente firmadas sería conveniente incluso dejar de realizar operaciones con el mismo.           <ul style="list-style-type: none"> <li>En aquellos casos en los que se contrata por primera vez con un cliente, el área legal debe enviar al mismo el contrato marco que necesariamente deberá firmar ese cliente si desea seguir operando con la institución.               <p>El área legal debe ser la encargada de negociar, en su caso, aquellas cláusulas del contrato marco que requieran una adaptación en función de la operación que se realice y del cliente con el que se lleve a cabo. En el caso de que dichas negociaciones las lleve a cabo la tesorería, será siempre el área legal quien finalmente apruebe o no los cambios que se hubiesen discutido.</p> <p>Es muy importante que todas las operaciones contratadas estén cubiertas por contratos marco. En este sentido, debe fijarse un plazo máximo dentro del cual deberán firmarse dichos contratos con cada nuevo cliente con el que se empieza a operar. Caso de que transcurrido dicho plazo no se hubiese firmado el contrato marco correspondiente, deberá analizarse la conveniencia de dejar de operar con el cliente en cuestión.</p> </li> </ul> </li> </ul>

- Se ha recibido una confirmación de la contraparte o se ha firmado un contrato y no se confirma que las personas que firman dichos documentos por parte de la contraparte tienen poderes para hacerlo.
- El área legal debe asegurarse de que las personas con las que se contratan operaciones pueden comprometer a la entidad a la que representan para la realización del tipo de operación de la que se trate. Con el fin de garantizar este extremo el área legal debe asumir las siguientes responsabilidades:
  - Asegurarse de que la entidad tiene los poderes de todos sus clientes.
  - Comprobar las firmas y la validez de los poderes que representan a los clientes.
  - Solicitar periódicamente a los clientes la actualización o confirmación de los poderes.
- No se envían revaluaciones de sus posiciones a los clientes.
- La entidad debe facilitar revaluaciones de sus posiciones a los clientes cada vez que éstos lo soliciten, así como ofrecer a los clientes que así lo deseen la posibilidad de recibir, sin solicitud específica al respecto, revaluaciones periódicas de sus posiciones. Con esta iniciativa la entidad tratará de evitar quebrantos extraordinarios e inesperados por parte de sus clientes, ya que esto podría constituir una pérdida de imagen para la entidad.

Es muy importante que en dichas revaluaciones el área legal incluya párrafos indicando la finalidad de las mismas, con objeto de evitar que precios o revaluaciones facilitadas por la entidad a efectos de cierre contable puedan ser considerados por el cliente como precios de cierre de la posición en un momento dado.

### C. En general

Situaciones que generan riesgo legal	Controles
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se comienza a operar en nuevo tipo de producto sin tener la aprobación del área legal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todo nuevo producto<sup>3</sup>, antes de ser ofrecido a un cliente, debe ser analizado por el área legal, así como por las demás áreas afectadas por el lanzamiento de dicho producto. Lo ideal sería que los departamentos afectados no sólo interviniesen justo antes del lanzamiento de cualquier producto, sino que lo hiciesen ya desde que comienza a diseñarse el mismo y a lo largo de su desarrollo y propuesta a las instancias que finalmente deban aprobar su comercialización.</li> </ul>

<sup>3</sup> En el capítulo 6 se expone con más detalle la política de aprobación de nuevas actividades y productos.

- Se firma una confirmación o un contrato que no ha sido revisado y autorizado por el área legal.
  - Se envían a los clientes propuestas de operaciones o revaluaciones que incluyen cláusulas legales y éstas no han sido redactadas o revisadas por el área legal.
- 
- No existe seguridad de que toda la documentación relativa a las operaciones esté convenientemente custodiada con el fin de evitar extravíos.
- 
- La propia entidad no tiene bien definidos los poderes y autorizaciones (por montantes, tipo de productos, etc.) de las personas que pueden contratar operaciones.
- 
- No se tiene conocimiento de los cambios que se producen en las legislaciones de los países en los que opera la entidad.
- 
- En general, el área legal deberá elaborar y aprobar todas las cláusulas legales que se incluyan en la correspondencia que se cruce con clientes, tanto se trate de propuestas como de información de revaluaciones de las mismas, confirmación de transacciones, contratos, etc. El área legal debe vigilar que dichas cláusulas se incluyan en toda la correspondencia que se envía.
  - El área legal debe registrar las operaciones en la base de datos para el control y seguimiento de las mismas. Dicha base de datos debe ser definida de tal forma que permita analizar los siguientes aspectos: la documentación que falta por entregar, estadística sobre las confirmaciones no recibidas, estadística sobre los plazos de contestación, el período medio para la firma de contratos marco, etc.  
Es de suma importancia que el área legal se encargue de garantizar que toda la documentación relativa a las distintas operaciones que se van realizando esté recogida, clasificada y custodiada convenientemente.
  - El área legal debe elaborar los poderes que deberán ser otorgados a las personas de la tesorería de la entidad para realizar diferentes tipos de operaciones y hasta determinados montantes, revisando éstos periódicamente en función de la evolución del mercado y de la realización de nuevas operaciones.
  - El área legal debe seguir la evolución de la situación en los principales países en los que opere la entidad para, en función de la legislación que se vaya adoptando en ellos, así como de los litigios que se produzcan en los mismos (y de las soluciones que se dé a dichos litigios) extraigan las conclusiones que les permitan evitar o anticipar situaciones semejantes.

## Operaciones en divisa

Antes de proceder a realizar operaciones en divisas, es importante que las entidades analicen si existe algún tipo de restricción cambiaria que pudiese afectar a la validez de las mismas. Por ejemplo, en algunos países el ingreso de divisas al país ha de ser previamente autorizado por la autoridad competente.

En primer lugar se debe comprobar si está admitido por la legislación aplicable del país en cuestión el principio de libertad cambiaria. En segundo lugar se debe comprobar si existe algún tipo de restricción o requisito legal que, caso de existir, debe ser analizado con el fin de asegurar que no afectará al buen fin de las operaciones que se pretendan llevar a cabo. Así, por ejemplo, debe comprobarse que se están cumpliendo todas las formalidades requeridas (administrativas, informativas, obligatoriedad de realizar la operación en un tipo de mercado específico, etc.), evitando así que las operaciones realizadas puedan resultar inválidas.

En México en la actualidad no existe ningún tipo de restricción con respecto al cambio de divisas, así como tampoco con respecto a la entrada o salida de éstas<sup>4</sup>. Ello no quiere decir que el Gobierno mexicano no pueda adoptar medidas de emergencia a fin de evitar que las reservas del Banco Central puedan disminuir hasta alcanzar una situación de riesgo para la economía.

En el caso de Chile se establece el principio de libertad cambiaria<sup>5</sup>, aunque el Banco Central de Chile (BCCH) conserva determinadas facultades en relación con la realización de ciertas operaciones<sup>6</sup>. El ejercicio de las mismas supone en la práctica la existencia de algunas limitaciones a la libertad cambiaria. El BCCH ha renovado anualmente dichas facultades, por acuerdo de su consejo, teniendo en consideración la conveniencia de mantener dichas restricciones con objeto de preservar la estabilidad de la moneda y el financiamiento adecuado de la balanza de pagos de Chile<sup>7</sup>.

En Venezuela, si bien hoy por hoy no existe ninguna restricción<sup>8</sup>, ha de señalarse que el presidente de la República, en Consejo de Ministros, podrá establecerlas cuando su necesidad y urgencia así lo requieran.

En Colombia<sup>9</sup>, para la salida de divisas basta la presentación de una declaración de cambio, sin restricciones adicionales. En cuanto a la recepción<sup>10</sup>, cabe señalar que está prohibido recibir depósitos a término y depósitos de ahorro en divisas. Las inversiones directas (realizadas en empresas) son libres, salvo que se refieran a actividades de defensa y seguridad nacional; procesamiento y disposición de basuras tóxicas, peligrosas o radioactivas no producidas en el país; empresas cuya actividad principal sea la compra, venta o arrendamiento de bienes inmuebles, salvo que sean construidos por ellas mismas; así como la inversión en documentos emitidos como resultado de un proceso de titulación inmobiliaria o a través de fondos inmobiliarios. Las inversiones de los fondos institucionales de capital extranjero estarán permitidas y deberán ser registradas en el Banco de la República (Banco Central) dentro de los 3 meses siguientes a la fecha en que las divisas se conviertan a pesos colombianos para adquirir los derechos cambiarios de remitir al exterior el valor de la inversión y los rendimientos obtenidos.

<sup>4</sup> La convertibilidad del peso mexicano es totalmente libre y el tipo de cambio varía en función de la oferta y la demanda de tales divisas.

<sup>5</sup> La Ley 18.840 Orgánica del Banco Central de Chile (LOC), de 10 de octubre de 1.989, artículo 39, consagra expresamente el principio de libertad cambiaria. Así establece que toda persona podrá efectuar libremente operaciones de cambios internacionales.

<sup>6</sup> Así en el mismo artículo de la LOC se establece que ciertas operaciones han de ser informadas por escrito y que algunas transacciones se realicen dentro del Mercado Cambiario Formal (MCF); además, pueden imponerse restricciones específicas a las operaciones que se realicen o deban realizarse en este mercado.

<sup>7</sup> Con este objeto el BCCH ha dispuesto que el ingreso de divisas que correspondan a inversiones, a aportaciones de capital o a créditos provenientes del exterior ha de ser previamente autorizado por el BCCH mismo y que dicha autorización queda sujeta a la condición de que se constituya un encaje en dólares estadounidenses por un importe igual al 30% del monto ingresado, por un plazo de un año, y que no devengará intereses. Este encaje tiene algunas excepciones, como por ejemplo la que se refiere a la liquidación de divisas provenientes de operaciones con instrumentos derivados a realizarse con personas domiciliadas en el exterior, siempre y cuando se cuente con la pertinente exención otorgada por el BCCH.

<sup>8</sup> Según lo que establece el artículo 89 de la Ley del Banco Central de Venezuela.

<sup>9</sup> La norma que rige el Control de Cambios es la Resolución n° 21, de 1.993, de la Junta Directiva del Banco de la República y normas posteriores que la modifican o completan.

<sup>10</sup> El ingreso de capitales (divisas) para efectuar inversiones se rige por la Resolución 51 de 1.991, del Consejo Nacional de Política Económica y Social, CONPES, y las normas que la completan y modifican.

## Problemática legal de los contratos sobre instrumentos derivados

Si bien todas cuestiones generales expuestas en los epígrafes anteriores son de aplicación para todos los contratos de tesorería, las entidades deben prestar una especial atención a las implicaciones legales de los contratos de instrumentos derivados, debido a la especial naturaleza de los mismos.

### IMPLICACIONES LEGALES DE LOS MERCADOS DE DERIVADOS

Los instrumentos derivados se negocian en dos tipos de mercados distintos, cada uno de los cuales tiene unas implicaciones legales concretas:

- Mercados organizados. Son mercados que están regulados por las normas de cada Estado en cuanto a condiciones de acceso, de negociación, de liquidación, etc. Por tanto, las entidades que quieran operar en estos mercados deben analizar cuestiones tales como:
  - Restricciones que afecten a algún producto en concreto
  - Necesidad de dictamen jurídico en aras a establecer la ejecutabilidad del contrato
  - Diferencias, caso de existir éstas, entre la regulación de los productos derivados locales (operaciones de derivados reguladas por autoridades locales) y no locales (sobre productos regulados por autoridades extranjeras)
  - Prohibiciones o limitaciones a la contratación para cierto tipo de instituciones, cuestión que reviste particular importancia en los casos de autoridades públicas, fondos de pensiones y administradoras de fondos, compañías de seguros, fondos de inversión, casas de bolsa, etc.
- Mercados no organizados (más conocidos como mercados OTC, del inglés *over the counter*). En estos mercados no existe regulación oficial alguna y la contratación se realiza en régimen de libertad por las dos partes. Al no existir regulación oficial alguna, cada contrato se hace a medida de las necesidades de las partes. Rigen por tanto las normas generales de obligaciones y contratos mercantiles y civiles. Precisamente por esta razón, y para evitar la inseguridad que la existencia de diferentes tipos de contratos implica, se contrata normalmente bajo un contrato marco (*master agreement*)<sup>11</sup>, elaborado por asociaciones profesionales de los sujetos que operan en ese mercado<sup>12</sup>. No obstante, los contratos marco quedan sometidos a las normas de derecho imperativo nacional que resulten aplicables<sup>13</sup>. En general, cada contrato marco establece normas para la contratación de diversos derivados.

<sup>11</sup> Estos contratos contienen normas que las partes aceptan al firmarlos y que les vinculan en virtud de tal aceptación.

<sup>12</sup> Ha de señalarse que cada operación que se cierre bajo el amparo del contrato marco en cuestión supondrá el envío de un documento, normalmente denominado “confirmación”, en el que se establecen las condiciones financieras de la operación concreta de que se trate. El contrato marco será así el marco general y la confirmación el documento de las condiciones económico-financieras particulares de cada operación.

<sup>13</sup> De ahí que intenten adecuarse a las diversas legislaciones o contener reglas jurídicas generales, válidas en cualquier ordenamiento. Así, por ejemplo, no podrán aplicarse las normas previstas en un contrato marco relativas a un producto derivado concreto cuya negociación no es admitida por la legislación de dicho país.

## TRATAMIENTO EN DIVERSOS PAÍSES LATINOAMERICANOS

- En Chile, para celebrar contratos de derivados a través del Mercado Cambial Formal deben cumplirse los requisitos y condiciones que el BCCH ha establecido<sup>14</sup>.  
Asimismo se permite, siempre que se cumplan con los requisitos establecidos, que se realicen combinaciones entre los distintos contratos que se puedan realizar sobre productos derivados (bien sea un conjunto de varias opciones, bien sean bonos o pólizas de seguros que llevan anexa una opción, etc.).
- En Perú, por ejemplo, no existe una definición legal de los contratos de productos derivados<sup>15</sup>, lo que no impide que se realicen ciertas operaciones de futuros y opciones, toda vez que encuentran respaldo en ciertas normas jurídicas que las amparan. Tampoco se establece formalidad alguna en cuanto a la validez a la hora de celebrar cierto tipo de contratos, por lo que un acuerdo telefónico sobre una operación de futuros, por ejemplo, obligaría a las partes desde el momento de su conclusión. Sin embargo, sería aconsejable, a efectos probatorios, la suscripción de un documento que recoja las condiciones del contrato.
- En Colombia los productos derivados han de estar autorizados expresamente. En la actualidad lo están los siguientes: contratos a futuro, *forwards*, opciones, *swaps*, *floors*, *caps* y *collars*. Sin embargo no existen prácticamente contratos en los que se utilicen a la vez varios productos derivados.
- En otros países solamente se encuentran regulados algunos productos derivados. Este es el caso de México<sup>16</sup> en lo que a productos derivados locales se refiere, ya que los intermediarios sólo pueden ofrecer aquellos productos locales que están regulados<sup>17</sup>. Los particulares, en cambio, tienen plena libertad para celebrar cualquier tipo de contrato sobre productos derivados, así como para concluir cualquier tipo de operación formal de derivados en el extranjero. Asimismo, y en cuanto a las instituciones financieras, ha de señalarse que tienen limitaciones para otorgar bienes en garantía<sup>18</sup>. Las agencias y sucursales de los bancos en el extranjero podrán realizar operaciones no reguladas en México pero sí reguladas en el país en el que operan siempre y cuando ello no esté expresamente prohibido por la legislación mexicana y cuenten con la autorización de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público. En el caso de filiales, éstas se registrarán por las leyes del lugar en el que se constituyan.

<sup>14</sup> Contenidas en los capítulos VI y VII del Compendio de Normas de Cambios Internacionales.

<sup>15</sup> Únicamente existe una definición de contratos sobre commodities en la Ley General del Sistema Financiero y del Sistema de Seguros y orgánica de la Superintendencia de Banca y Seguros.

<sup>16</sup> País en el que hemos de distinguir entre productos derivados locales (referidos a operaciones derivadas reguladas conforme a la legislación mexicana y que pueden ser objeto de oferta dentro de México por intermediarios financieros autorizados, tales como bancos mexicanos y casas de bolsa) y productos derivados *offshore* (referidos a operaciones derivadas que comúnmente se realizan fuera de México, reguladas por autoridades extranjeras, aunque a veces participen contrapartes mexicanas).

<sup>17</sup> El Banco de México, que ha modificado en varias ocasiones la circular 2019/95 (reguladora del mercado de derivados), ha manifestado que en breve emitirá una nueva circular en la que se ampliará la participación de los intermediarios mexicanos en el mercado local de derivados. Los bancos mexicanos suelen ofrecer *forwards* de tipos de cambio; operaciones de opciones y futuros; *forwards* de tipo de interés o referidos al índice nacional de precios al consumidor.

<sup>18</sup> Artículo 49 de la Ley de Instituciones de Crédito.

Las instituciones de crédito mexicanas no están expresamente autorizadas para participar en operaciones con productos derivados *offshore*<sup>19</sup>. La legislación del mercado de valores no prevé la posibilidad de que las casas de bolsa participen en productos derivados *offshore*<sup>20</sup>.

La legislación mexicana en materia de seguros tampoco autoriza expresamente a las compañías de seguros a participar en operaciones de derivados por lo que, al igual que sucede con respecto a las demás entidades financieras, sólo podrán realizar las actividades para las que estén expresamente facultadas<sup>21</sup>.

En materia de fondos de pensiones y administradoras de fondos de retiros (AFORES), no existe regulación que permita a tales entidades participar en operaciones de derivados *offshore*.

Los particulares, al igual que sucedía con los productos derivados locales, no tienen ninguna clase de restricción.

Los organismos públicos sí podrían, siempre y cuando se conceptúe el producto como financiación, debiendo sujetarse la entidad a las disposiciones propias de la deuda pública<sup>22</sup>.

- En Venezuela se acaba de constituir la Cámara de Compensación de Opciones y Futuros de Venezuela (CACOFV), cuyo marco regulatorio fue establecido por la Comisión Nacional de Valores. Las modalidades operativas de la CACOFV se limitan a contratos de futuro sobre el índice de la Bolsa de Valores de Caracas, acciones de La Electricidad de Caracas, acciones de la C.A. Teléfonos de Venezuela (CANTV) y relación bolívar/dólar.

## CONTRATOS MARCO

Como ya se ha indicado anteriormente, para los contratos sobre instrumentos derivados que se negocian en mercados OTC no existe una normativa oficial a nivel estatal que regule su contenido ni su sistema de contratación. Pero al tratarse de contratos complejos es preciso establecer con precisión aspectos tales como la forma y fecha de pago, las obligaciones de las partes, las posibles incidencias del contrato, etc. Como no se pueden discutir todos sus extremos, ni prever todos los problemas, se han elaborado una serie de pólizas tipo (contratos marco) por asociaciones extraoficiales de los operadores en el mercado, que las partes pueden aceptar como marco jurídico de los contratos sobre derivados OTC.

<sup>19</sup> No obstante, y en virtud de lo que se establece en el artículo 49 de la Ley de Instituciones de Crédito, los bancos podrán invertir los recursos captados siempre y cuando lo hagan con objeto de cubrir riesgos y no con fines especulativos. Asimismo, la circular 2019 del Banco de México establece que los bancos podrán celebrar opciones de futuros con divisas, referidos al peso mexicano, al índice de precios al consumidor y relacionados a los Bonos Brady y en *commodities* (sólo en relación a metales preciosos), siempre y cuando estén autorizados por el Banco de México.

<sup>20</sup> Así se desprende del artículo 22 de la Ley del Mercado de Valores y de la circular 10-186 de la Comisión Nacional de Bolsa y Valores (CNBV). No obstante ello, la Circular 10-157 de la CNBV establece que los Warrants podrán emitirse referidos a otros valores, grupos o canastas de valores, o a índices de precios de acciones extranjeras reconocidos por la Bolsa Mexicana de Valores.

<sup>21</sup> De conformidad con lo establecido en el artículo 34, Fracción XVI, podría haber la posibilidad de que la Secretaría de Hacienda y Crédito Público resolviera que alguna operación sobre derivados especial se calificara como una operación análoga o conexas a la actividad propia de las aseguradoras.

<sup>22</sup> Habrá que distinguir entre entidades municipales y entidades estatales, según lo señalado anteriormente.

Los contratos marco deben configurarse como acuerdos por los que las dos partes establecen, entre otros, los siguientes aspectos:

- Los supuestos de vencimiento anticipado de las operaciones financieras que se engloban bajo los mismos, así como del propio contrato.
- Las reglas de cálculo para la determinación del importe de las deudas y créditos derivados de las operaciones financieras vencidas anticipadamente.
- La posibilidad de ser admitido como un acuerdo de *netting*, que según se expone en el siguiente epígrafe, supone poder sustituir dichas deudas y créditos por una sola y única deuda y un solo y único crédito, cuyo importe se determina por diferencias, en su caso previa conversión en la moneda de pago pactada a estos efectos. Es decir, se adquiere el compromiso de pagar (cuando el saldo es deudor) y a exigir el pago (cuando el saldo es acreedor) única y exclusivamente del importe correspondiente al saldo, y no de todas y cada una de las deudas y créditos recíprocos.
- Los métodos para determinar los importes a pagar o cobrar en caso de vencimiento anticipado.

Normalmente se suelen incluir como causas de vencimiento anticipado las de incumplimiento, quiebra y liquidación. El hecho de que una de las partes incurra en una causa de vencimiento anticipado no implica que el contrato se termine de manera automática, sino que se requiere que la otra parte declare que desea que se produzca el vencimiento anticipado del contrato.

Para casos de vencimiento anticipado, en los contratos se debe especificar la fecha en la que tomarán los precios de referencia para determinar el importe de liquidación de las operaciones que se engloban bajo los mismos. Por lo general, en los contratos se suele indicar que se tomarán los precios de la fecha en la cual la parte que no ha generado una causa de vencimiento anticipado denuncia el contrato, es decir, la fecha en que produce el vencimiento anticipado del mismo.

Existen diferentes contratos marco con reconocimiento internacional, tales como:

- IFEMA (*International Foreign Exchange Master Agreement*), que tiene por objeto la contratación de operaciones.
- El de PSA (*Public Securities Association*)-ISMA (*International Securities Market Association*), acuerdo marco para contratar cesiones temporales de activos (*Global Master Repurchase Agreement*).
- El de PSA para contratos de opciones OTC.
- El de ISDA (*International Swaps and Derivatives Association, Inc.*, antes *International Swap Dealers Association, Inc.*, asociación constituida en mayo de 1985), que fue diseñado inicialmente para contrato de *swaps* pero con el paso del tiempo se ha ido ampliando al resto de instrumentos derivados.

De los contratos marco anteriormente citados, el modelo más utilizado a nivel internacional es el ISDA. La última revisión de este modelo, en lo que a que operaciones *swap* se refiere, data de 1992. Hay un modelo para los contratos internacionales (*Multicurrency Cross-Border Master Agreement*), más complejo, y otro para los celebrados entre nacionales de un mismo país (*Local Currency-Single Jurisdiction Master Agreement*).

Junto al contrato marco propiamente dicho se utiliza un anexo y una confirmación, en la que se recogen las reglas particulares de cada operación de *swap*, estableciéndose la cantidad notional, el tipo de interés o de divisas a pagar por cada parte, las fechas de pago, etc. El anexo a la póliza ISDA es un documento en el que se recogen los pactos especiales de las partes, como

anexos al contrato marco y por tanto aplicables a todos los *swap* que se contraten entre las partes bajo el contrato marco. Es una especie de personalización del contrato marco, ya que mediante dicho anexo se adecua aquél a las necesidades específicas de cada parte; pero al contrario que la confirmación, tiene un carácter general.

Por ejemplo, en el contrato marco ISDA, y en relación al colateral (analizado más adelante), existen dos tipos de anexos entre los cuales las partes deberán elegir:

- Credit Support Annex, sometido a ley de Nueva York (existe también uno sometido a ley japonesa). Lo que se establece en este documento es una prenda del bien otorgado como colateral. Se permite lo que se denomina *rehypothecation*, es decir, que el bien sea hipotecado de nuevo por aquel en favor de quien se había hipotecado en primer lugar
- Credit Support Deed (Security Interest), sometido a ley inglesa. Este último presenta dos alternativas: el *charge-based form* (especie de hipoteca legal del colateral) y el *title transfer approach (outright transfer)*, que establece la transferencia del título. Bajo ley inglesa no se permite la *rehypothecation*.

Ambos documentos establecen la prestación bilateral de colateral.

En la última sección del contrato marco ISDA se recogen las llamadas definiciones, las cuales establecen el significado de distintos conceptos jurídicos que se dan por conocidos en el texto del contrato marco.

El esquema del contrato ISDA es el siguiente: una introducción; obligaciones de las partes; declaraciones o presupuestos (*representations*) y acuerdos; resolución anticipada (cuyo régimen será diferente según se trate de un *event of default* o de un *termination event*); otras disposiciones (*miscellaneous*).

El principal efecto de la resolución anticipada se refiere a los cálculos que han de realizarse con vistas a saber cuáles son los pagos que deberá efectuar cada parte. El cálculo de las indemnizaciones puede hacerse de dos maneras:

- teniendo en cuenta las pérdidas que la resolución anticipada ha causado a la parte perjudicada,
- o tomando como referencia el costo que según los creadores de mercado tendrá el realizar una operación equivalente a la que va a ser objeto de resolución, por el tiempo que quedaba, de forma que se obtuvieran las mismas prestaciones y en las mismas condiciones que las que se van a dejar de obtener a causa de la resolución. En este último caso se entiende que la cantidad resultante engloba las pérdidas.

En cuanto a los métodos de pago también existen dos. El método primero implica que la parte que incumple (en el caso de un *event of default*) o afectada (en el caso de un *termination event*) pagará a la otra la diferencia de los gastos (calculados según uno u otro sistema) que para cada cual supone la resolución anticipada. Si la diferencia es favorable a la parte que falta a sus obligaciones o afectada, nada pagará pero tampoco recibirá nada. Si se aplica el método segundo, aquel que tenga la diferencia en contra, aunque sea él mismo la parte que no incumple o no afectada, deberá pagar esa diferencia a la contraparte.

Si bien se admite de manera general en los distintos países latinoamericanos la celebración del contrato marco ISDA, éste suele utilizarse habitualmente en las operaciones llevadas a cabo con personas no residentes, mientras que en las operaciones realizadas entre residentes se suelen utilizar los modelos de contratos que hayan sido elaborados por las partes o que sean de uso habitual en el mercado.

Así, por ejemplo, en el Perú se emplea el contrato modelo que la Asociación de Bancos (ASBANC) sugiere utilizar a sus miembros. En México se utilizan, además del ISDA, los contratos IFEMA. En Colombia no se utilizan los contratos ISDA, ya que cada entidad tiene establecido su tipo de contrato pues no se ha logrado un consenso acerca del uso de un único documento; normalmente las operaciones de tesorería se regulan mediante cartas de compromiso.

### Acuerdos de *netting*

Los acuerdos de compensación o *netting* normalmente pretenden evitar que los riesgos de crédito derivados de determinadas operaciones financieras concluidas por entidades de crédito sean computados, a los efectos del cálculo de los correspondientes coeficientes de solvencia, por su importe total acumulado, disponiendo al efecto el establecimiento de sistemas bilaterales o multilaterales de liquidación por saldos o sumas netas.

Los acuerdos de *netting* permiten la sustitución de una pluralidad de deudas y créditos recíprocos derivadas de determinadas operaciones financieras (en particular las operaciones financieras que se liquidan por diferencias) por una sola deuda y un solo crédito cuyo importe es la suma neta de los importes de cada una de las deudas y créditos recíprocos derivados de dichas operaciones financieras.

La importancia de los contratos marco, mencionados en el epígrafe anterior, radica en que sean admitidos como acuerdos de *netting*, pudiendo establecerse con respecto a las operaciones que se engloben bajo los mismos el saldo que equivalga a una sola deuda y a un solo crédito. Por ello es importante que, admitido el *netting*, se reconozca por la legislación la existencia de estos contratos, así como su efectos, y que se aclare en la misma qué tipo de operaciones pueden englobarse bajo contratos de este tipo.

Las instituciones financieras internacionales y los operadores en el mercado defienden la necesidad de que todos los pagos se compensen en un única deuda (*netting*). Se defiende así que todos los contratos incluidos bajo un mismo acuerdo marco constituyen un solo contrato, por lo que, al tratarse todos globalmente, se compensarían en una única deuda de una de las partes. A la misma solución conduciría la cláusula que normalmente se incluye en todos los contratos de liquidación por diferencias, que establece que todos los pagos debidos en un mismo momento, aunque sea por diversas transacciones específicas, se compensen en una única deuda, constituyendo esta compensación su principal ventaja.

El área legal de las entidades debe contrastar si el *netting* es admitido por la legislación de los países de residencia de las contrapartes, y en concreto, qué sucedería en el caso de incurrir una de ellas en alguno de los procedimientos concursales.

Es obvio que la compensación beneficia al acreedor del quebrado, que cobraría por entero su crédito contra el quebrado (lo que le convertiría en un acreedor privilegiado frente a los demás). Por ello parece necesario que tal compensación esté admitida expresamente por la ley aplicable, admisión que parece ser la tendencia a seguir en los distintos países. Sin embargo, ha de reconocerse que en los países en los que se ha admitido el *netting* se ha hecho más como una especialidad a aplicar a los contratos financieros de los que venimos hablando que como una regla propia del derecho concursal, que seguirá siendo la norma general frente a dicha excepción.

En general, en los países latinoamericanos la figura del *netting*, como tal, no está específicamente regulada en sus legislaciones, aunque la situación varía en cada caso concreto:

- En Chile y en Colombia se recurre a la figura de compensación de deudas para defender la posibilidad de realizar contratos de *netting*.

- En México y en Perú, si bien la legislación tampoco contempla el contrato de *netting* como tal de manera específica, sí que se habla de un contrato de compensación en el código civil. Ello no implica necesariamente, no obstante, que las partes puedan compensar las operaciones sobre derivados de manera automática ya que para ello es necesario que las partes así lo hayan previsto en el contrato, en el que deberán establecerse los casos en los que opera la compensación y los términos de la misma.

En situaciones de quiebra, la legislación mexicana establece que no podrán compensarse las deudas del quebrado. Los acreedores del quebrado deberán solicitar el reconocimiento de sus créditos al juez. Las partes contratantes en operaciones derivadas con cláusulas de compensación (*netting*) mantendrán las obligaciones y derechos que hayan contraído con anterioridad a la declaración de quiebra, dándose por vencidas las obligaciones pendientes del quebrado. La posible declaración de retroacción podría afectar a las operaciones sobre productos derivados siempre y cuando se hubiesen realizado una vez que las partes conociesen la situación financiera en la que se encontraban en el momento de celebrar la operación.

En México, las instituciones de crédito en general tienen el mismo tratamiento que cualquier otra persona en lo que al procedimiento de quiebra se refiere (salvo por especificidades menores). Caso de ser acreedora del quebrado la institución de crédito no tendrá ningún tipo de privilegio sobre el resto de los acreedores y si tuviese alguna preferencia sería en base a la calidad de los créditos de los que sea titular. Serían admisibles, siempre y cuando así lo hubiesen pactado las partes con anterioridad a la declaración de suspensión o quiebra (con el fin de evitar que sea declarado como acto en fraude de acreedores), las estipulaciones establecidas entre las partes en las que se acuerde como causa de terminación anticipada del contrato el inicio de un procedimiento de suspensión o quiebra.

En Perú, y por lo que respecta a un contrato de *netting*, de acuerdo con la norma especial aplicable a las empresas del sistema financiero, la publicación de la resolución de la liquidación de la empresa supondrá que la entidad de crédito no pueda realizar por sí misma el cumplimiento de sus obligaciones, que serán asumidas por el liquidador. El contrato de *netting* celebrado durante los 6 meses anteriores a la inscripción del convenio de liquidación sería susceptible de ser declarado nulo. El pago del saldo del *netting* entraría, como cualquier otro crédito, en lista de acreedores del deudor insolvente.

- En Venezuela, además de la compensación legal admitida por el código civil, se admite también una compensación convencional, derivada de un acto de las partes, y la compensación facultativa, que surge a requerimiento de la parte a cuyo favor pudiera haber un obstáculo que impidiese la compensación legal<sup>23</sup>.

También ha de verse cómo operaría la compensación en diversos supuestos, como por ejemplo en caso de obligaciones conexas, es decir, derivadas de un mismo contrato o de una misma negociación, aunque éstas fuesen exigibles en diferentes plazos.

<sup>23</sup> En Venezuela el principio de la compensación no opera a partir de la sentencia declaratoria de la quiebra. Así, el que es a la vez acreedor y deudor del fallido deberá pagar como deudor todo lo que debe y someterse como acreedor a la ley común de la quiebra. No obstante la compensación producirá sus efectos si se efectúa antes de la sentencia que declara la quiebra (siempre y cuando se trate de deudas líquidas y exigibles antes de la declaración de quiebra). Se puede admitir, de manera excepcional la compensación de deudas con posterioridad a la sentencia declaratoria si se trata de créditos y deudas que deriven de la misma fuente.

Al declararse la quiebra, debe fijarse la fecha de inicio de la suspensión de pagos, la cual no podrá retrotraerse más de dos años.

Los bancos y las instituciones financieras están expresamente excluidos del régimen de beneficio y atraso de la quiebra. Operaría la compensación entre quienes sean deudores primarios<sup>24</sup> de la institución financiera, que a su vez sean titulares primarios de créditos contra la misma (o contra otras empresas intervenidas pertenecientes al mismo grupo financiero).

## Problemática legal de los colaterales

Con el crecimiento de la emisión de obligaciones internacionales y a raíz de la creciente sofisticación en lo que a técnicas de aseguramiento se refiere, parece haberse incrementado el uso de valores de cartera (colaterales) para reducir el riesgo de crédito entre las partes. Cuando esos valores se depositan en un sistema internacional de compensación<sup>25</sup> es importante establecer un acuerdo que regule los derechos específicos de cada una de las partes.

Mediante la constitución del colateral las entidades aseguran activos en favor de una contraparte o transfieren activos a la misma con el fin de reducir el riesgo de crédito frente a otra contraparte. Los valores depositados en las ICSD son fungibles, es decir, pueden cambiarse por otros del mismo tipo y características. Las cuentas en dinero mantenidas en las ICSD también pueden ser ofrecidas como colateral.

Los activos que se pueden ofrecer como colateral son: dinero, deuda pública, eurobonos y otros instrumentos de deuda societaria (aunque son menos comunes), acciones (que son escasamente utilizadas como colateral en operaciones comerciales, aunque sí son frecuentemente utilizadas en financiaciones estructuradas), etc.

En relación a los colaterales las entidades deben contrastar si su uso de está admitido por la legislación del país en cuestión, si se permite sobre todos o sólo sobre cierto tipo de valores, cuáles son los requisitos que hay que cumplir para que la prestación de colateral resulte válida, etc.

El principal problema consiste en el modo en que un procedimiento concursal puede afectar a las garantías prestadas. Ello dependerá del tipo de garantía de que se trate. En caso de un procedimiento concursal, los acreedores que posean garantías reales a su favor deberán pedir la separación de bienes objeto de las garantías con el fin de hacer valer sus derechos.

Como ejemplos de la regulación existente en los países latinoamericanos respecto al uso de colaterales se pueden mencionar los siguientes:

- En Chile los bancos no pueden otorgar garantías sobre sus bienes físicos. En cambio, y para el caso de que se trate de instituciones no bancarias, se aceptan toda clase de garantías (depósitos a plazo, prenda sobre acciones o bonos, hipotecas, etc.).
- En México se admiten distintos tipos de garantías como la caución bursátil (de fácil instrumentación y de ágil ejecución, pero sobre la que aún existe poca experiencia en los tribunales al ser una figura relativamente nueva), el fideicomiso de valores (que presenta la ventaja de que en caso de quiebra los bienes sujetos al mismo quedan separados de la masa, pero cuya instauración conlleva un costo que deberá ser analizado en aras de establecer la rentabilidad de la operación), fianza, etc.

<sup>24</sup> Entendiéndose por éstos los originales participes en la relación obligatoria creada, no aquellos que hubiesen adquirido tal condición mediante cesiones.

<sup>25</sup> Denominadas comúnmente *International Central Securities Depository* (ICSD).

- En Colombia está prohibido recibir depósitos colaterales en divisas para respaldar obligaciones.

En cuanto a la formalización de las garantías, la legislación de cada país establece el procedimiento para formalizar cada uno de los distintos tipos en función de la naturaleza de las mismas. No obstante se puede afirmar que, en general, las garantías se perfeccionan mediante escritura pública (salvo, por ejemplo, las prendas sobre valores mobiliarios, que pueden constituirse de otros modos) o inscripción en un registro público. Requisito necesario para ello es que el garante esté debidamente facultado para otorgar las mismas.

## Recomendaciones de los estándares internacionales sobre el riesgo legal

### Recomendaciones del Grupo de los Treinta

- Las entidades deben intentar firmar con su contrapartes acuerdos marco lo más amplios posibles, de forma que permitan recoger toda la operativa con instrumentos derivados y *forwards*. Los acuerdos marco deben contemplar la posibilidad de realizar *netting* tanto en los pagos, cómo en la liquidación de operaciones.
- En caso de que la legislación local no permita netear posiciones con una contraparte, no se deberá hacerlo, ya que los valores contables y las medidas de riesgo pueden variar considerablemente.
- Los reguladores y supervisores deben reconocer las ventajas de los acuerdos de *netting*, así como promover su utilización por las entidades mediante su consideración en las normativas relativas a adecuación de capital de entidades financieras.
- Los legisladores, reguladores y supervisores deben trabajar conjuntamente con las entidades para identificar y eliminar vacíos legales en temas tales cómo:
  - Documentación requerida para formalizar los contratos de derivados y los acuerdos marco.
  - Capacidad de las partes (por ejemplo, entidades gubernamentales, compañías de seguros, fondos de pensiones) para contratar operaciones de derivados.
  - Exigibilidad de los acuerdos de *netting* y las garantías en situaciones de quiebra.
  - Validez legal y exigibilidad de los contratos de derivados.
- Los legisladores y autoridades fiscales deben revisar aquellas normas fiscales que puedan desincentivar la utilización de derivados para gestionar riesgos, por ejemplo, la existencia de inconsistencias en cuanto al tratamiento fiscal de los resultados de los derivados de cobertura en relación a los resultados de las posiciones cuyos riesgos cubren.
  - Las normativas contables de los diferentes países deben considerar el tratamiento contable de todos los instrumentos financieros, incluidos los derivados. Se debe trabajar para alcanzar una armonización internacional de la normativa contable sobre derivados.

### Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales

- Las entidades deben contar con una unidad especializada que se encargue del control del riesgo legal.
- Las entidades deben analizar la conveniencia de establecer acuerdos de *netting* con las contrapartes, teniendo en cuenta la exigibilidad legal de los mismos.

- Las entidades deben intentar firmar con sus contrapartes acuerdos marco lo más amplios posibles, con el fin de poder recoger bajo estos acuerdos todo tipo de transacciones presentes y futuras con instrumentos derivados. Las entidades deben asegurarse de que dichos acuerdos son válidos bajo la legislación vigente, con el fin de garantizar su validez legal en caso de incumplimiento de las contrapartes.

# Sistema de información de gestión de riesgos

## Introducción

El objetivo de este capítulo es describir la información que se genera y circula en la estructura organizativa de la entidad para gestionar y controlar sus riesgos, tal y como se propone en el resto de capítulos del presente manual. También se dedicará un apartado a la comunicación externa, poniendo de relieve la importancia que otorgan los agentes económicos a la gestión de los riesgos en las entidades.

Si bien el concepto de sistema de información de gestión (SIG) es más amplio, y en él aparecen involucrados tres elementos claramente diferenciados —la información, los usuarios y los equipos informáticos—, este capítulo se dedica en exclusiva a la información, tal y como se expuso en el párrafo anterior. No obstante, es oportuno indicar que al resto de elementos se le dedican otros dos capítulos del manual, dedicados a la estructura organizativa (capítulo 2) y a los sistemas informáticos de gestión de riesgos (capítulo 12).

Un principio que debe regir todo el proceso de información es que deben existir unos procesos perfectamente definidos para la elaboración de los informes, en los que se especificará explícitamente la periodicidad con que se deben generar, quiénes son los responsables de su generación, a quién van dirigidos, qué información deben contener, etc. Con esto se trata de evitar la implantación de un proceso de información basado exclusivamente en informes *ad hoc*, que fomentaría la confusión dentro y fuera de la entidad.

Para finalizar, indicar que los informes se clasificarán en tres tipos básicos, de acuerdo con la funcionalidad que proporcionan:

- Informes de evaluación. Son aquellos que permiten conocer las pérdidas y ganancias, el riesgo y la rentabilidad ajustada al riesgo (RORAC) de la entidad, junto con los cambios más importantes que se han producido desde la última ocasión en que se informó.
- Informes de control. En estos informes se analiza si la situación actual es la apropiada para cumplir los límites sobre CER, *gap* de activos y pasivos y porcentajes de cobertura de la entidad.
- Informes de soporte a la toma de decisiones. En este caso, el objetivo fundamental será presentar los resultados esperados de la entidad, como combinación de las expectativas que los analistas tienen de los mercados y la posición actual de la entidad.

## Información interna para la gestión de riesgos

En este apartado se presentarán algunos informes que pueden ser de utilidad para realizar la gestión de riesgos. Se pretende que sean informes de difusión interna, por lo que deberán

proporcionar toda la información que sea relevante para cada uno de los estamentos de la entidad.

Para clasificarlos, se presentarán los informes que se considera que son básicos para que cada nivel organizativo pueda realizar las funciones que se le encomiendan, al implantar una estrategia de gestión de riesgos en la entidad.

## INFORMACIÓN PARA EL CONSEJO

El consejo de la entidad deberá ser informado periódicamente de la ejecución de la estrategia de gestión de riesgos, a través de una selección de informes que resuman la situación global. Adicionalmente, el consejo solicitará cuanta información considere oportuna para conocer con exactitud la evolución de los negocios de la entidad y la gestión de los riesgos que se está realizando.

A continuación, se presentan un conjunto de informes que resumen el estado de la gestión de riesgos de la entidad, mostrando los principales aspectos que pueden resultar de interés para el consejo.

### Evaluación de los resultados

El Cuadro 8-1 es un informe sobre la rentabilidad de cada uno de los negocios en los que participa la entidad y los riesgos a que ha estado expuesta para su obtención. También explica los factores que han determinado los resultados obtenidos y añade comentarios sobre los hechos más significativos.

En el primer sector (*Evaluación de rentabilidad/riesgo*) del Cuadro 8-1 se muestran los resultados obtenidos por los distintos negocios con diferentes períodos de acumulación. Posteriormente, aparecen medidas de riesgo (capital en riesgo) y rentabilidad ajustada al riesgo (RORAC) para el ejercicio en curso.

El RORAC del ejercicio se proporciona anualizado, lo que obligará a anualizar las medidas de CER y P&G que se utilizan para su cálculo. En este sentido, es necesario aclarar que los procesos de anualización se realizan bajo determinadas hipótesis, que han de estar claramente especificadas y deben ser conocidas por los destinatarios de los informes, de forma que estén en condiciones de valorar la bondad de las medidas y los supuestos bajo los que son válidas.

El segundo sector (*Explicación de los resultados desde el último informe*) pretende analizar de forma resumida los resultados obtenidos desde la última vez que se informó. Para ello, se presentan las posiciones más significativas, medidas en sensibilidad media a los diferentes factores de riesgo en el período de observación, de los distintos negocios, y posteriormente se muestran las variaciones que han sufrido los factores de riesgo en el mismo intervalo.

Por último se introduce un sector de comentarios, en el que se anotarán las observaciones que se considere pertinentes, para que el consejo conozca plenamente la situación actual y qué ha ocurrido desde el último informe.

Cuadro 8-1. Informe para el consejo sobre los resultados obtenidos

Evaluación de los resultados obtenidos							
Evaluación rentabilidad/riesgo							
	Resultados			CER medio del ejercicio			RORAC ejercicio
	Desde ultimo informe	Desde comienzo mes	Desde comienzo año	Mercado	Crédito	Total	Total
Negocio 1							
Negocio 2							
Negocio 3							
Total							
Explicación de los resultados desde último informe							
	Sensibilidad		Variación				
	T. interés	T. cambio \$	T. interés	T. cambio \$			
Negocio 1							
Negocio 2							
Negocio 3							
Comentarios							
				Responsable: _____			
				☎: _____			

### Evaluación del riesgo de cambio en inversiones estructurales

El Cuadro 8-2 es un informe-resumen de la gestión del riesgo de tipo de cambio al que está expuesta la entidad por las inversiones estructurales<sup>1</sup> que mantiene. Por tanto, informará al consejo de la posición mantenida, del grado de consecución de objetivos que se está alcanzando y los resultados obtenidos con las operaciones de cobertura

<sup>1</sup> En este contexto, se define "inversión estructural" como la participación que se tenga en el capital de entidades de otros países.

**Cuadro 8-2. Informe para el consejo sobre el riesgo de cambio de las posiciones estructurales**

Evaluación de resultados						
<b>Inversiones estructurales</b>						
Mes evaluación: Feb/98	Posición subyacente					
Divisa	Posición media	P&G mensual			CER histórico mensual	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Evaluación desde: Ene/98	Posición subyacente					
Divisa	Posición media	P&G acumulado			CER histórico desde inicio año	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Mes evaluación: Feb/98	Operaciones de cobertura					
Divisa	Posición media	P&G mensual			CER histórico mensual	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Evaluación desde: Ene/98	Operaciones de cobertura					
Divisa	Posición media	P&G acumulado			CER histórico desde inicio año	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Mes evaluación: Feb/98	Posición abierta					
Divisa	Posición media	P&G mensual			CER histórico mensual	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Evaluación desde: Ene/98	Posición abierta					
Divisa	Posición media	P&G acumulado			CER histórico desde inicio año	RORAC histórico anualizado
		Total	Revaluación	Diferencial intereses		
Dólar						
Peso chileno						
Nuevo sol peruano						
Peso uruguayo						
Responsable:						
☎:						

El informe analiza la posición subyacente, la de cobertura y la posición abierta en cada una de las divisas en las que la entidad tiene inversiones estructurales, con dos niveles de agregación diferentes: en el último mes (por ejemplo, febrero 98) y desde el comienzo del ejercicio (por ejemplo, desde enero 98). Para cada una de las posiciones anteriores se muestran los siguientes campos:

- Posición media. Es la posición mantenida por la entidad en los conceptos y plazos definidos.
- Pérdidas y ganancias. Son las pérdidas y ganancias totales de la entidad en el período analizado. Además, se indica la parte de pérdidas y ganancias debidas a la revaluación de la divisa y las debidas al diferencial de tipos de interés.
- CER histórico. Para su cálculo se utilizará el valor medio de los CER calculados día a día en el período de observación.
- RORAC histórico anualizado. Por último, se ofrece una medida de rentabilidad/riesgo anualizada, para cada una de las posiciones que se describen. El cálculo de esta medida exige la anualización de las medidas de P&G y de CER, según un criterio conocido y coherente con la información que se pretende proporcionar.

La obtención de las medidas anteriores presenta algunas dificultades, como es el hecho de que el gestor no conoce en tiempo real la posición subyacente existente, lo que provoca desajustes con la posición de cobertura que repercuten en el cálculo del RORAC.

El Cuadro 8-3 es un informe de los resultados obtenidos con la gestión del riesgo de cambio de la posición estructural, durante el mes analizado y desde el comienzo del ejercicio, identificando cada una de las divisas en las que la entidad mantiene inversiones. El punto crítico en la elaboración de este informe es la selección de los tipos de cambio con que se realizan los presupuestos, de forma que se pueda evaluar la gestión del riesgo de tipo de cambio de los beneficios esperados del ejercicio. Es necesario que los tipos de cambio seleccionados permitan separar los resultados propios del negocio de los debidos al mantenimiento de posiciones abiertas de tipo de cambio.

Una solución sería utilizar los tipos de cambio a plazo que coticen en el mercado para cada una de las divisas a 31 de diciembre del año anterior, ya que el gestor podría haberlos utilizado para realizar la cobertura de las posiciones, asegurándose de que no se produjesen desviaciones respecto a lo presupuestado en la divisa base.

De igual forma, la evaluación del gestor de riesgo de cambio debe hacerse sobre la base de que los beneficios presupuestados en divisa local no sufren desviaciones, ya que estas no son atribuibles a su gestión, sino a los responsables del negocio en cada país.

Para que la evaluación sea objetiva, se deberán tener en cuenta las siguientes desviaciones:

- Desviaciones en presupuestos: generadas por diferencias entre lo presupuestado en moneda local y lo efectivamente realizado en la misma.
- Desviaciones en la ejecución de coberturas: generadas por las diferencias que la variación del tipo de cambio produce entre los beneficios presupuestados en la moneda base, según el tipo de cambio presupuestado, y los beneficios presupuestados en la divisa base, según el tipo de cambio medio real del mes de evaluación. Esta desviación es la que permite evaluar realmente la gestión del riesgo de tipo de cambio.

La desviación absoluta sobre los presupuestos se calcula en la última columna y no es más que la agregación de las dos desviaciones explicadas anteriormente.

**Cuadro 8-3. Informe para el consejo sobre los resultados de la gestión del riesgo de cambio de las posiciones estructurales**

Evaluación de resultados							
Beneficios del ejercicio							
Mes de evaluación: Feb/98	Tipo cambio medio presupuestos	B° previsto (divisa local)	B° previsto (moneda base)	B° realizado (divisa local)	Desviación en presupuestos (moneda base)	Tipo cambio medio real mes	B° previsto en moneda base según tipo cambio real
Divisa							
Dólar							
Peso chileno							
Nuevo sol peruano							
Peso uruguayo							
Mes de evaluación: Feb/98	Cobertura realizada en divisa local	Tipo medio cobertura	Resultados de cobertura	Desviación ejecución coberturas (moneda base)	% desviación sobre importe presupuestado	B° real en moneda base según tipo cambio real	Desviación absoluta sobre presupuestos
Divisa							
Dólar							
Peso chileno							
Nuevo sol peruano							
Peso uruguayo							
Evaluación desde: Ene/98	Tipo cambio medio presupuestos	B° previsto (divisa local)	B° previsto (moneda base)	B° realizado (divisa local)	Desviación en presupuestos (moneda base)	Tipo cambio medio real mes	B° previsto en moneda base según tipo cambio real
Divisa							
Dólar							
Peso chileno							
Nuevo sol peruano							
Peso uruguayo							
Evaluación desde: Ene/98	Cobertura realizada en divisa local	Tipo medio cobertura	Resultados de cobertura	Desviación ejecución coberturas (moneda base)	% desviación sobre importe presupuestado	B° real en moneda base según tipo cambio real	Desviación absoluta sobre presupuestos
Divisa							
Dólar							
Peso chileno							
Nuevo sol peruano							
Peso uruguayo							
Responsable:							
							

## Gestión de activos y pasivos de la entidad

La gestión de activos y pasivos se puede realizar para la totalidad de la entidad o para cada uno de sus negocios, dependiendo de la complejidad del balance. Los tres informes que se presentan a continuación, pueden ser los empleados para informar al consejo sobre la gestión de los activos y pasivos que se realiza en la unidad de banca comercial. No obstante, se pueden tomar como modelo para informar sobre la gestión de activos y pasivos que se está realizando en cualquier otra unidad de negocio, o para la entidad en su conjunto.

### *Evaluación y toma de decisiones*

El informe del Cuadro 8-4 está dividido en dos partes claramente diferenciadas, en la primera se evalúan los resultados de la cartera de banca comercial y su cartera de gestión asociada<sup>2</sup>; en la segunda parte, la información está orientada a facilitar la toma de decisiones, mostrando el escenario esperado en un mes, y el impacto sobre la cartera actual.

El apartado de evaluación del informe muestra la siguiente información:

- Las P&G acumuladas durante el último mes y en el ejercicio en curso.
- El CER histórico del último mes y del ejercicio en curso. Estos valores se muestran anualizados, de forma que sean una estimación del capital que se podría llegar a perder en un año, manteniendo los niveles de riesgo que se han mantenido en el último mes y en la parte del ejercicio actual que ya ha transcurrido.
- El RORAC anualizado, que se ha obtenido en el último mes y en la parte de ejercicio transcurrido. Para su cálculo se utilizan los capitales en riesgo anualizados, y la anualización de las P&G que se muestran en las primeras columnas del informe. El criterio utilizado para la anualización debe ser conocido, de forma que los destinatarios del informe conozcan las hipótesis implícitas en los resultados.

---

<sup>2</sup> Para más detalle sobre estos conceptos véase el capítulo 4 dedicado al riesgo de mercado del negocio de banca comercial.

## Cuadro 8-4. Informe para el consejo sobre los resultados de banca comercial

Mapa de rentabilidad y riesgo											
Evaluación											
Resultados total cartera											
	P&G acumuladas		CER histórico		RORAC						
	Mes	Año	Mes	Año	Mes	Año					
Total Banca comercial Cartera de gestión											
Mapa de rentabilidad y riesgo											
Toma de decisiones											
Cartera de banca comercial y cartera de gestión											
	Posición neta			Tipos de interés		P&G esperadas	Capital en riesgo			RORAC	
	Valor actual	Par swap	Sens. 100 pb	Actual	Δ Esperado 1 mes	1 mes	Diario	Mensual	Anual	esperado	
Hasta 3 meses											
3-6 meses											
6-12 meses											
1-3 años											
3-5 años											
5-10 años											
>10 años											
Total											
Análisis de escenarios de P&G: 1 mes											
	Situación actual			Escenario esperado		Desplazamiento paralelo		Giro			
	Valor actual	Tipos interés	Flujos 1 mes	Tipo esper	P&G	+100 pb	-100 pb	Aplanamiento	P&G	Δ Pendiente	P&G
Hasta 3 meses											
3-6 meses											
6-12 meses											
1-3 años											
3-5 años											
5-10 años											
>10 años											
P&G Total											
RORAC anualizado											
Responsable:											
☎:											

El apartado sobre toma de decisiones del informe está dividido en dos partes:

- En la primera parte se presenta la posición actual de la entidad a diferentes plazos, en valor actual, en posición equivalente en *swaps* a la par y en sensibilidad a 100 puntos básicos. Posteriormente se muestran los tipos de interés que cotizan en el mercado para los diferentes plazos y los tipos que se espera que coticen un mes después para los mismos plazos. A continuación se realiza una estimación de P&G que se obtendrán en un mes, si se mantiene la posición actual y se confirma el escenario pronosticado. Por último se presentan medidas de las pérdidas (CER) que podría ocasionar esta posición a un día y a un mes, posteriormente se anualizan para disponer de una base sobre la que calcular el RORAC anual esperado.
- En la segunda parte se muestra el valor actual de la posición, los tipos de interés y los flujos de entrada y salida en el próximo mes, por cada uno de los plazos que se indican.

A continuación se muestran los tipos esperados en un mes, para cada uno de los plazos que se analizan, junto con las P&G que se obtendrán con la posición y el escenario previsto. Para finalizar se realizan dos tipos de simulaciones: en el primero se simulan desplazamientos paralelos de la curva de tipo de interés de 100 puntos básicos, por encima y por debajo de la curva de tipos que se espera encontrar en un mes, y se muestra el P&G que se obtendría con la posición existente en cada uno de los plazos que contiene el informe; en el segundo tipo de simulaciones, se establecen giros en la curva de tipos, y se muestra el impacto que tendría sobre la curva un aplanamiento y un incremento de pendiente, y cómo afectarían estos a las P&G esperadas con la posición actual en cada uno de los plazos.

En este informe se ha introducido el concepto de posición equivalente en *swaps* a la par, que se volverá a utilizar en repetidas ocasiones hasta el final del capítulo. La representación de las posiciones de esta forma tiene la ventaja de que en el caso de que se desee eliminar el riesgo que introduce la posición en un determinado plazo, bastará con tomar un *swap* del mismo valor y de signo contrario al que se muestra en este mapa.

El Cuadro 8-5 presenta un informe para la toma de decisiones, en el que se evalúa el margen ordinario de la banca comercial en el escenario previsto, y suponiendo desplazamientos paralelos de la curva de tipos.

**Cuadro 8-5. Informe para el consejo sobre el margen ordinario de la banca comercial**

Margen ordinario previsto									
Toma de decisiones									
	Margen ordinario cartera actual	Δ Activo		Δ Pasivo		Otros Margen	Margen ord. total previsto	Sensibilidad de margen	
		Nuevas operaciones	Margen	Nuevas operaciones	Margen			+100 pb	-100 pb
Hasta 3 meses									
3-6 meses									
6-12 meses									
1-3 años									
3-5 años									
5-10 años									
>10 años									
Sin vencimiento									
Total									

Responsable:   


El informe del Cuadro 8-5 comienza definiendo el margen ordinario de la cartera actual para diferentes plazos; posteriormente se cuantifican las nuevas operaciones de activo y pasivo que entrarán a formar parte de la cartera durante el período para el que se está haciendo la previsión, junto con el margen estimado que aportarán en el caso de que se consigan realmente las operaciones que se indican. Finalmente se estima el margen ordinario previsto y el que se obtendría con desplazamientos paralelos de la curva.

El Cuadro 8-6 es un informe sobre la estructura del activo y el pasivo de la cartera actual de banca comercial, desagregándola en posiciones equivalentes a diferentes plazos. Finalmente muestra el balance neto de dicha cartera.

**Cuadro 8-6. Informe al consejo sobre la estructura  
de la cartera de banca comercial**

Cartera de banca comercial					
Descripción de la posición					
<b>Activo</b>					
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR
Hasta 3 meses					
3-6 meses					
6-12 meses					
1-3 años					
3-5 años					
5-10 años					
>10 años					
Sin vencimiento					
Total					
<b>Pasivo</b>					
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR
Hasta 3 meses					
3-6 meses					
6-12 meses					
1-3 años					
3-5 años					
5-10 años					
>10 años					
Sin vencimiento					
Total					
<b>Posición neta banca comercial</b>					
	Saldo vivo	Valor actual	Sens. 100 pb	Cierre interbanc.	
Hasta 3 meses					
3-6 meses					
6-12 meses					
1-3 años					
3-5 años					
5-10 años					
>10 años					
Sin vencimiento					
Total					
Responsable: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span> ☎: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 100px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>					

### INFORMACIÓN PARA EL COMITÉ EJECUTIVO

La información que se proporciona al comité ejecutivo es básicamente la misma que al consejo, aunque con ligeras modificaciones. La diferencia fundamental radica en que el comité ejecutivo se reúne semanalmente, y por tanto el seguimiento es mucho más exhaustivo.

El comité ejecutivo podrá solicitar, cuando lo considere oportuno, informes *ad hoc* que amplíen la información proporcionada por los que se muestran a continuación.

## Evaluación de los resultados

El objetivo de estos informes es que el comité ejecutivo conozca la rentabilidad y los riesgos a los que se expone en cada uno de los negocios en que participa la entidad. Para conseguirlo, se presentan tres informes que resumen, de forma más exhaustiva que los destinados al consejo, la situación de la entidad y analizan las expectativas de los mercados, de forma que se facilite la toma de decisiones.

### Evaluación y control de los resultados

Como se puede observar, el Cuadro 8-7 presenta la misma información que la que se proporciona al consejo (Cuadro 8-1), aunque para el comité ejecutivo se añade un cuadro en el que se muestra el CER actual de cada uno de los negocios y el porcentaje de utilización del límite que se consume, de forma que se puedan controlar los riesgos que está asumiendo la entidad en términos de capital en riesgo.

La diferencia entre el CER actual y el CER medio del ejercicio es que el primero es un indicador del capital que está exponiendo la entidad en el momento actual, mientras que el segundo es un estimador del capital que ha expuesto la entidad durante el periodo de observación, en cada negocio. Este es el motivo por el que se compara el CER actual —y no el CER medio del ejercicio— contra los límites.

**Cuadro 8-7. Informe para el comité ejecutivo sobre los resultados obtenidos**

Evaluación de los resultados obtenidos							
Evaluación y control							
<b>Evaluación rentabilidad/riesgo</b>							
	Resultados			CER medio del ejercicio			RORAC ejercicio
	Desde último informe	Desde comienzo mes	Desde comienzo año	Mercado	Crédito	Total	Total
Negocio 1							
Negocio 2							
Negocio 3							
Total							
<b>Explicación de los resultados desde último informe</b>				<b>Control de la posición</b>			
	Sensibilidad		Variación		CER actual	% utiliz. límite	
	T. interés	T. cambio \$	T. interés	T. cambio \$			
Negocio 1							
Negocio 2							
Negocio 3							
<b>Comentarios</b>							
Responsable: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>							
☎: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span>							

### **Informe para la toma de decisiones sobre riesgo de mercado y crédito**

El informe sobre de riesgo de mercado (Cuadro 8-8) consta de seis apartados:

- El primero permite analizar el riesgo de tipo de interés, presentando para cada divisa y para cada plazo la posición equivalente en sensibilidad, el P&G esperado diario, el CER diario y el RORAC esperado.
- El segundo permite analizar el riesgo de cambio, mostrando la posición actual que posee la entidad en cada una de las divisas<sup>3</sup>, junto con las P&G esperadas diarias, el CER diario y el RORAC esperado.
- El tercero permite analizar el riesgo de renta variable, presentando para cada país la posición equivalente que posee la entidad, con respecto al índice bursátil más representativo. A continuación se valora el resultado que se espera obtener con la posición, el CER diario a que está exponiendo a la entidad, y el RORAC esperado.
- En el cuarto se indican las posiciones en *commodities* que posee la entidad, junto con las P&G esperadas, el CER diario y el RORAC esperado asociados a cada posición.
- En el quinto totaliza las P&G que espera obtener la entidad, el CER a que está expuesta y el RORAC esperado.
- En el sexto se resumen las expectativas de mercado que tiene la entidad para el próximo mes.

---

<sup>3</sup> En este informe se supone que la divisa de referencia o de base es el peso chileno.

Cuadro 8-8. Informe al comité ejecutivo sobre riesgo de mercado

Posición riesgo de mercado													
Toma de decisiones													
Moneda base: peso chileno (\$Ch)													
Descripción de la posición													
Interés	\$Ch	US\$	¥	DM	\$Can	\$Arg	\$R	NS	\$M	£	FF	TOTAL	
< 1 año	Sensibilidad												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
1-3 años	Sensibilidad												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
3-5 años	Sensibilidad												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
5-10 años	Sensibilidad												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
> 10 años	Sensibilidad												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
FX		US\$	¥	DM	\$Can	\$Arg	\$R	NS	\$M	£	FF	TOTAL	
	Posición												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
Equity	\$Ch	US\$	¥	DM	\$Can	\$Arg	\$R	NS	\$M	£	FF	TOTAL	
	Posición (índice)												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
Commodities	Petróleo	Carbón	Oro	Cobre	Zinc	Aluminio	Café	Cacao	Azúcar	Trigo	Soja	TOTAL	
	Posición												
	P&G esperado diario												
	CER diario												
	RORAC esperado												
					TOTAL								
					P&G esperado								
					CER								
					RORAC esperado								
Expectativas de mercado próximo mes													
Expectativas de mercado	\$Ch	US\$	¥	DM	\$Can	\$Arg	\$R	NS	\$M	£	FF	TOTAL	
	Tipos a corto												
	Tipos a largo												
	FX												
	Indices												
Commodities	Petróleo	Carbón	Oro	Cobre	Zinc	Aluminio	Café	Cacao	Azúcar	Trigo	Soja	TOTAL	
Precios													
Responsable:													
☎:													

En este informe la base temporal con que se calcula el RORAC esperado es anual, por lo que para obtenerlo es preciso anualizar el resultado esperado diario y el CER diario.

En el informe sobre riesgo de crédito (Cuadro 8-9) se exponen las posiciones equivalentes<sup>4</sup> para distintos plazos, desagregando por sectores, países y ratings crediticios. Finalmente se calcula el CER diario total por exposición al riesgo de crédito y el RORAC anual esperado.

**Cuadro 8-9. Informe al comité ejecutivo sobre riesgo de crédito**

Posición riesgo de crédito, préstamos equivalentes												
Toma de decisiones												
País 1	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
AAA-A BBB BB B-D												
País 2	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
AAA-A BBB BB B-D	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
País 3	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
AAA-A BBB BB B-D	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
País 4	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
AAA-A BBB BB B-D	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
País 5	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
AAA-A BBB BB B-D	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
Resto	Sector 1			Sector 2			Sector 3			Resto sectores		
AAA-A BBB BB B-D	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años	< 1 año	1-3 años	>3 años
CER total												
RORAC esperado												
Responsable:												
☎:												

### Evaluación del riesgo de cambio en inversiones estructurales

Los informes que se presentan al consejo para la evaluación del riesgo de cambio de las inversiones estructurales (Cuadros 8-2 y 8-3), son perfectamente válidos para informar al comité ejecutivo sobre este mismo aspecto.

<sup>4</sup>Para profundizar en el concepto de préstamos equivalentes véase el capítulo 5 dedicado a la gestión y el control del riesgo de crédito.

## Gestión de activos y pasivos de la entidad

Para informar al comité ejecutivo sobre la gestión de activos y pasivos de la unidad de banca comercial se pueden utilizar los mismos informes (Cuadros 8-4 a 8-6) utilizados para informar al consejo. Únicamente es necesario incluir información adicional en dos de ellos:

- El informe del Cuadro 8-10 contiene la misma información que el del Cuadro 8-5, pero incluyendo el escenario previsto de tipos.

**Cuadro 8-10. Informe al comité ejecutivo sobre el margen ordinario de la banca comercial**

Margen ordinario previsto										
Evaluación y toma de decisiones										
	Escenario previsto	Margen ordinario cartera actual	Activo		Pasivo		Otros Margen	Margen ord. total previsto	+100 pb	-100 pb
			Nuevas operaciones	Margen	Nuevas operaciones	Margen				
Hasta 3 meses										
3-6 meses										
6-12 meses										
1-3 años										
3-5 años										
5-10 años										
>10 años										
Sin vencimiento										
Total										

Responsable: \_\_\_\_\_  
: \_\_\_\_\_

- El informe del Cuadro 8-11 contiene la misma información que el del 8-6 más dos apartados en los que se analiza el margen financiero de la cartera de banca comercial actual. En el apartado de la izquierda se analiza el margen financiero por plazos; en el de la derecha se analizan las variaciones del margen financiero cuando se producen desplazamientos paralelos sobre la curva de interés prevista.

**Cuadro 8-11. Informe al comité ejecutivo sobre la estructura de la cartera de banca comercial**

<b>Cartera de banca comercial</b>					
<b>Descripción de la posición</b>					
	ACTIVO				
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR
Hasta 3 meses					
3-6 meses					
6-12 meses					
1-3 años					
3-5 años					
5-10 años					
>10 años					
Sin vencimiento					
<b>Total</b>					
	PASIVO				
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR
Hasta 3 meses					
3-6 meses					
6-12 meses					
1-3 años					
3-5 años					
5-10 años					
>10 años					
Sin vencimiento					
<b>Total</b>					

Posición neta banca comercial				
	Salda vivo	Valor actual	Sens. 100 pb	Cierre interbank.
Hasta 3 meses				
3-6 meses				
6-12 meses				
1-3 años				
3-5 años				
5-10 años				
>10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				

<b>Cartera de banca comercial</b>				
<b>Descripción del margen financiero</b>				
	Total banca comercial			
	Activo	Pasivo	Cierre interbank.	Neto
Hasta 3 meses				
3-6 meses				
6-12 meses				
1-3 años				
3-5 años				
5-10 años				
>10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				
	Banca comercial y cartera de gestión			
	Activo	Pasivo	Cierre interbank.	Neto
Hasta 3 meses				
3-6 meses				
6-12 meses				
1-3 años				
3-5 años				
5-10 años				
>10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				

	Variación banca comercial		Variación total	
	Previsto +100 pb	Previsto -100 pb	Previsto +100 pb	Previsto -100 pb
Hasta 3 meses				
3-6 meses				
6-12 meses				
1-3 años				
3-5 años				
5-10 años				
>10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				

Responsable:

## INFORMACIÓN PARA EL COMITÉ DE ACTIVOS Y PASIVOS (CAP)

El CAP es responsable de aprobar los informes que se proporcionan al consejo y al comité ejecutivo sobre la gestión de activos y pasivos. El CAP utilizará información más detallada sobre este aspecto.

A continuación aparecen los informes que el área GAP puede proporcionar al CAP para que realice las funciones que tiene encomendadas.

### Descripción de la posición

Los tres informes que se presentan a continuación pueden ser utilizados por el CAP como soporte para la toma de decisiones. En ellos se presenta la posición de las carteras de banca comercial y de gestión desde diferentes perspectivas:

- El Cuadro 8-12 es un informe de posición de la cartera de banca comercial. En este informe se presentan diferentes medidas de la posición para el activo, el pasivo y el neto de la cartera de banca comercial. También se presenta el valor actual y la sensibilidad a 100 pb de las carteras de banca comercial y de la cartera de gestión.
- El Cuadro 8-3 es un informe con la misma estructura que el anterior, aunque en éste se evalúa la cartera de gestión del CAP por separado.
- El Cuadro 8-14 es un informe analítico de los cambios que se producirían en el valor de la posición por desplazamientos paralelos de la curva de tipo de interés. En este informe las posiciones se representan en función de la cartera equivalente en *swaps* a la par. En estos análisis se tiene en cuenta la cartera de banca comercial y la agrupación de la anterior con la cartera de gestión del CAP.



**Cuadro 8-13. Informe al comité de activos y pasivos sobre la estructura de la cartera de gestión**

<b>Cartera de gestión</b>								
<b>Instrumentos financieros relacionados</b>								
	ACTIVO							
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR	Duración modific.	Sens. 100 pb	
1 mes								
3 meses								
6 meses								
12 meses								
2 años								
3 años								
5 años								
7 años								
10 años								
Más de 10 años								
Sin vencimiento								
<b>Total</b>								
	PASIVO							
	Vto. medio	Saldo vivo	Valor actual	Cupón	TIR	Duración modific.	Sens. 100 pb	
1 mes								
3 meses								
6 meses								
12 meses								
2 años								
3 años								
5 años								
7 años								
10 años								
Más de 10 años								
Sin vencimiento								
<b>Total</b>								

Neto cartera de gestión				
	Saldo vivo	Valor actual	Sensibilidad 100 pb	Cierre interbank.
1 mes				
3 meses				
6 meses				
12 meses				
2 años				
3 años				
5 años				
7 años				
10 años				
Más de 10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				

Responsable:

**Cuadro 8-14. Informe al comité de activos y pasivos sobre la sensibilidad de la cartera de banca comercial**

<b>Posición en par swaps y sensibilidad</b>					
<b>Descripción de la posición</b>					
<b>Par swaps</b>			<b>Sensibilidad</b>		
	Banca comercial			Cart. de gestión	
	Activo	Pasivo	Neto	Neto	Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
	Banca comercial		Cartera de gestión		Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
<b>Par swaps con curva actual +50 pb</b>			<b>Sensibilidad con curva actual +50 pb</b>		
	Banca comercial			Cart. de gestión	
	Activo	Pasivo	Neto	Neto	Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
	Banca comercial		Cartera de gestión		Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
<b>Par swaps con curva actual -50 pb</b>			<b>Sensibilidad con curva actual -50 pb</b>		
	Banca comercial			Cart. de gestión	
	Activo	Pasivo	Neto	Neto	Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
	Banca comercial		Cartera de gestión		Total
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
20 años					
30 años					
Total					
Responsable: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span> 					



**Cuadro 8-16. Informe al comité de activos y pasivos sobre el margen financiero de la cartera de operaciones de banca comercial con tipos flotantes**

Margen financiero por cartera actual												
Banca comercial y cartera de gestión: intereses flotantes												
	Escenario Tipo 3 meses	Intereses flotantes										
		Activo				Pasivo			Cierre interbancario			Neto US\$
		Saldo vivo	Cupón		Saldo vivo	Cupón		Saldo vivo	Cupón			
			%	US\$		%	US\$		%	US\$		
1 mes												
3 meses												
6 meses												
12 meses												
2 años												
3 años												
5 años												
7 años												
10 años												
Más de 10 años												
Sin vencimiento												
<b>Total</b>												

	Total interese fijados + opciones			Total con comisiones US\$
	Activo	Pasivo	Neto	
1 mes				
3 meses				
6 meses				
12 meses				
2 años				
3 años				
5 años				
7 años				
10 años				
Más de 10 años				
Sin vencimiento				
<b>Total</b>				

Responsable:	☎
--------------	---

Las referencias a “opciones” que aparecen en los cuadros 8-15 y 8-16 se refieren a las opciones implícitas de cancelación que tienen la mayoría de los instrumentos de activo y de pasivo que comercializa la banca comercial. Con esto se consigue tener en cuenta el hecho de que una parte de la cartera ejercerá la opción de abandonar la posición en el futuro. En ambos informes se presenta también la evolución prevista de las comisiones.

El Cuadro 8-17 es un informe sobre el margen ordinario por operaciones futuras con cobertura. En la parte superior muestra las previsiones para el activo, el pasivo y el margen ordinario, y en la parte inferior se presentan dos apartados en los que se simulan desplazamientos paralelos de la curva de tipos de interés, analizando de esta forma la sensibilidad del margen ordinario.

**Cuadro 8-17. Informe al comité de activos y pasivos sobre el margen ordinario por operaciones futuras con cobertura**

Margen ordinario por operaciones futuras con cobertura											
Previsiones											
	Margen ordinario: banca comercial y cartera de gestión										
	Escenario previsto		Activo			Pasivo			Margen ordinario		
	Tipo	Tipo 3 años	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Δ margen act. y pas.	margen otros	Total
	3 meses		Saldo US\$	Δ Saldo		Saldo US\$	Δ saldo				
1 mes											
3 meses											
6 meses											
12 meses											
1 año											
2 años											
3 años											
5 años											
7 años											
10 años											
Más de 10 años											
Sin vencimiento											
Total											

Análisis de sensibilidad: margen ordinario											
	Escenario previsto + 100 pb		Activo			Pasivo			Margen ordinario		
	Tipo	Tipo 3 años	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Δ margen act. y pas.	margen otros	Total
	3 meses		Saldo US\$	Δ Saldo		Saldo US\$	Δ saldo				
	1 mes										
3 meses											
6 meses											
12 meses											
1 año											
2 años											
3 años											
5 años											
7 años											
10 años											
Más de 10 años											
Sin vencimiento											
Total											

	Escenario previsto -100 pb		Activo			Pasivo			Margen ordinario		
	Tipo	Tipo 3 años	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Saldo previsto		Δ margen ordinario	Δ margen act. y pas.	margen otros	Total
	3 meses		Saldo US\$	Δ Saldo		Saldo US\$	Δ saldo				
	1 mes										
3 meses											
6 meses											
12 meses											
1 año											
2 años											
3 años											
5 años											
7 años											
10 años											
Más de 10 años											
Sin vencimiento											
Total											

Responsable:


### Informes para el control

El Cuadro 8-18 es un informe sobre el margen financiero que se obtiene con la cartera actual y el que se obtendría con desplazamientos paralelos de la curva de tipo de interés, para las carteras de banca comercial y total. El objetivo de este informe es poder comparar las variaciones del margen financiero, ante movimientos paralelos de los tipos, con los límites establecidos para dichas variaciones.

**Cuadro 8-18. Informe al comité de activos y pasivos sobre las variaciones del margen financiero en relación a los límites establecidos**

Margen financiero cartera actual								
Evaluación y control								
	Total banca comercial				Banca comercial y cartera de gestión			
	Activo	Pasivo	Cierre interbanc.	Neto	Activo	Pasivo	Cierre interbanc.	Neto
1 mes								
3 meses								
6 meses								
12 meses								
1 año								
2 años								
3 años								
5 años								
7 años								
10 años								
Más de 10 años								
Sin vencimiento								
Total								

	Variación banca comercial		Variación total		Límites
	Previsto +100 pb	Previsto -100 pb	Previsto +100 pb	Previsto -100 pb	
1 mes					
3 meses					
6 meses					
12 meses					
1 año					
2 años					
3 años					
5 años					
7 años					
10 años					
Más de 10 años					
Sin vencimiento					
Total					

Responsable: 
------------------



**Cuadro 8-20. Informe al comité de activos y pasivos sobre los resultados de banca comercial**

<b>Evaluación de los resultados</b>										
	Total cartera									
	P&G acumuladas			CER histórico			RORAC anualizado			
	Mes		Año	Mes		Año	Mes		Año	
	Total Banca comercial									
Cartera de gestión										
<b>Resultados del mes</b>										
	Operaciones iniciales									
	Situación inicial			Situación final			Costos financieros	P&G	CER mensual	RORAC anualizado
Valor actual	Tipos interés	Flujos 1 mes	Valor actual	Tipos interés	Flujos reales					
1 mes										
3 meses										
6 meses										
12 meses										
1 año										
2 años										
3 años										
5 años										
7 años										
10 años										
20 años										
30 años										
Total										
	Nuevas operaciones									
	Banca comercial				Cartera de gestión				Total	
Valor actual	Flujos monet.	Costos financ.	P&G	Valor actual	Tipos interés	Costos financ.	P&G	P&G		
1 mes										
3 meses										
6 meses										
12 meses										
1 año										
2 años										
3 años										
5 años										
7 años										
10 años										
20 años										
30 años										
Total										
CER actual	CER histórico	RORAC histórico								
Responsable: <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 150px; height: 20px; vertical-align: middle;"></span> :										

### Informe de rentabilidad-riesgo

El informe del Cuadro 8-21 permite al CAP evaluar las P&G de la banca comercial y el riesgo en el que se puede incurrir en diferentes escenarios. En la parte superior del informe se presentan las P&G esperadas en un mes, el CER diario, mensual y anualizado, y el RORAC esperado anual. En la parte inferior del informe se realizan diversas simulaciones de P&G con

el escenario esperado, con desplazamientos paralelos sobre la curva de tipos, e introduciendo giros en la curva de tipos.

**Cuadro 8-21. Informe al comité de activos y pasivos sobre la rentabilidad-riesgo de la banca comercial**

Mapa de rentabilidad y riesgo										
Toma de decisiones										
Cartera de banca comercial y cartera de gestión										
	Posición neta			Tipos de interés		P&G esperado	Capital en riesgo			RORAC
	Valor actual	Par swap	Sens. 100 pb	Actual	Δ esperado 1 mes	1 mes	Diario	Mensual	Anual	esperado
1 mes										
3 meses										
6 meses										
12 meses										
1 año										
2 años										
3 años										
5 años										
7 años										
10 años										
Más de 10 años										
Total										

Análisis de escenarios de P&G: 1 mes											
	Situación actual			Escenario esperado		Desplazamiento paralelo		Giro			
	Valor actual	Tipos interés	Flujos 1 mes	Tipo esper.	P&G	+100 pb	-100 pb	Aplanamiento	P&G	Δ pendiente	P&G
1 mes											
3 meses											
6 meses											
12 meses											
1 años											
2 años											
3 años											
5 años											
7 años											
10 años											
Más de 10 años											
Total											

Responsable:


## INFORMACIÓN PARA EL COMITÉ DE RIESGOS

El comité de riesgos se reunirá con una periodicidad similar a la del comité ejecutivo, para analizar y controlar los principales riesgos a que está expuesta la entidad. En este comité se utilizará la información de riesgos globales de la entidad en su máximo detalle, la cual será elaborada por el área de análisis y control de riesgos.

## Informes para el análisis y el control del riesgo de mercado

Algunos de los informes que se podrían emplear para analizar y controlar el riesgo de mercado ya han sido presentados anteriormente, por ser informes de interés para otros niveles organizativos de la entidad. Los que se muestran a continuación son más específicos y detallados.

### Informes para la evaluación del riesgo de mercado

El informe del Cuadro 8-22 permite analizar al comité de riesgos los riesgos de la entidad de forma detallada, desagregando los riesgos delta, gamma y vega de cada negocio, en función de los factores de riesgo de mercado a que están expuestos, las P&G acumuladas durante el ejercicio de cada negocio y el RORAC que ha obtenido cada unidad de negocio. En el Cuadro inferior de este informe se examina el cumplimiento de los límites establecidos, en términos de capital en riesgo.

**Cuadro 8-22. Informe al comité de riesgos para la evaluación del riesgo de mercado**

Capital en riesgo por área de negocio									
Capital en riesgo y límites									
		Capital en riesgo						P&G acumuladas	RORAC histórico
		Diario			Anual				
		T. interés	FX	Consolidado	T. interés	FX	Consolidado		
Área de negocio 1	Total								
	Delta								
	Gamma								
	Vega								
Área de negocio 2	Total								
	Delta								
	Gamma								
	Vega								
Área de negocio 2	Total								
	Delta								
	Gamma								
	Vega								

	Límite		
	Diario		
	T. interés	FX	Consolidado
Límite Exceso Utilización			
Límite Exceso Utilización			
Límite Exceso Utilización			

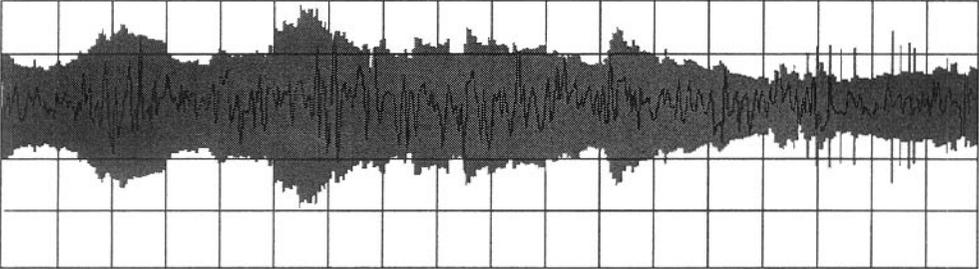
  

Responsable:


### Informes para el control del riesgo de mercado

El informe del Cuadro 8-23 recoge el CER diario y anualizado total y el de cada uno de los negocios. Además, permite comparar el CER de los negocios con los límites impuestos. Dicho informe contiene también una prueba de *stress testing* para el CER global de la entidad, y el de cada negocio, bajo el título de “correlación+1”, en la que se evalúa el CER suponiendo que todos los mercados se desplazan con correlación 1. El gráfico que aparece al final del informe es una prueba de *back testing* con la que se comprueba la validez del modelo utilizado para medir el riesgo de mercado.

**Cuadro 8-23. Informe al comité de riesgos para el control del riesgo de mercado**

Mapa de rentabilidad/riesgo															
Resumen															
Capital en riesgo diario				CAPITAL EN RIESGO											
	Capital utilizado			Negocio 1				Negocio 2			Negocio 3				
	Negocio 1	Negocio 2	Total	Correlación +1	Limite	Exceso	% Utilización	Limite	Exceso	% Utilización	Limite	Exceso	% Utilización		
Factor 1															
Factor 2															
Total															
Correlacion +1															
Capital en riesgo anualizado															
	Capital utilizado			Negocio 1				Negocio 2			Negocio 3				
	Negocio 1	Negocio 2	Total	Correlación +1	Limite	Exceso	% Utilización	Limite	Exceso	% Utilización	Limite	Exceso	% Utilización		
Factor 1															
Factor 2															
Total															
Correlacion +1															
CER VS P&G															
															
<table border="1"> <tr> <td>Responsable:</td> </tr> <tr> <td>☎:</td> </tr> </table>														Responsable:	☎:
Responsable:															
☎:															

### Informes para el análisis y el control del riesgo de crédito

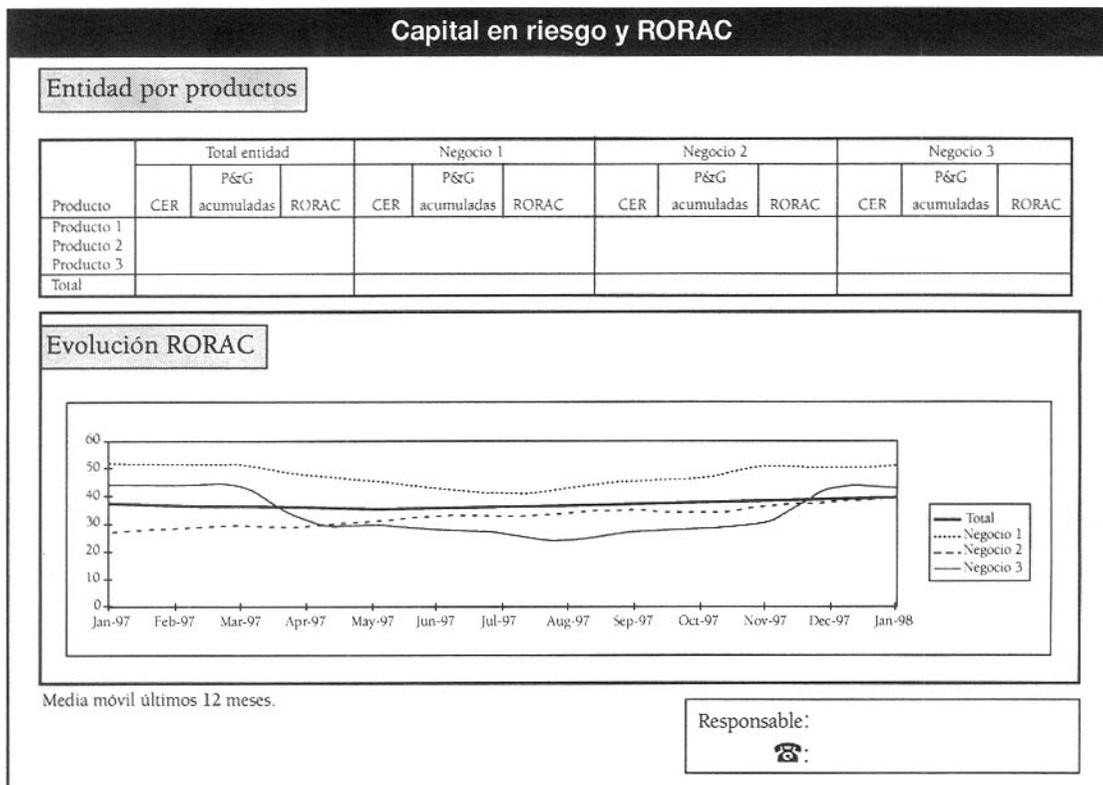
Al igual que ocurría con los informes para el riesgo de mercado, muchos de los informes que el comité de riesgos debe utilizar para controlar el riesgo de crédito han sido presentados ya en apartados anteriores. A continuación se exponen informes adicionales más detallados que permiten al comité de riesgos evaluar y controlar el riesgo de crédito.

### Informes para la evaluación del riesgo de crédito

Para que el comité de riesgos pueda evaluar en detalle el riesgo de crédito que asume la entidad se proponen dos informes.

El informe del Cuadro 8-24 analiza el capital en riesgo crediticio (CER), P&G y RORAC crediticio que está obteniendo la entidad en el ejercicio en curso, para el total de la entidad y para cada uno de sus negocios, realizando una desagregación por productos (aunque también se podía haber realizado por países). En el gráfico inferior de este informe se presenta la evolución del RORAC crediticio que está obteniendo la entidad en su conjunto y en cada uno de sus negocios.

**Cuadro 8-24. Informe al comité de riesgos para la evaluación del riesgo de crédito por productos**



El informe del Cuadro 8-25 analiza los mismos conceptos que el del Cuadro 8-24, pero desagregando según la calificación crediticia de las contrapartes.

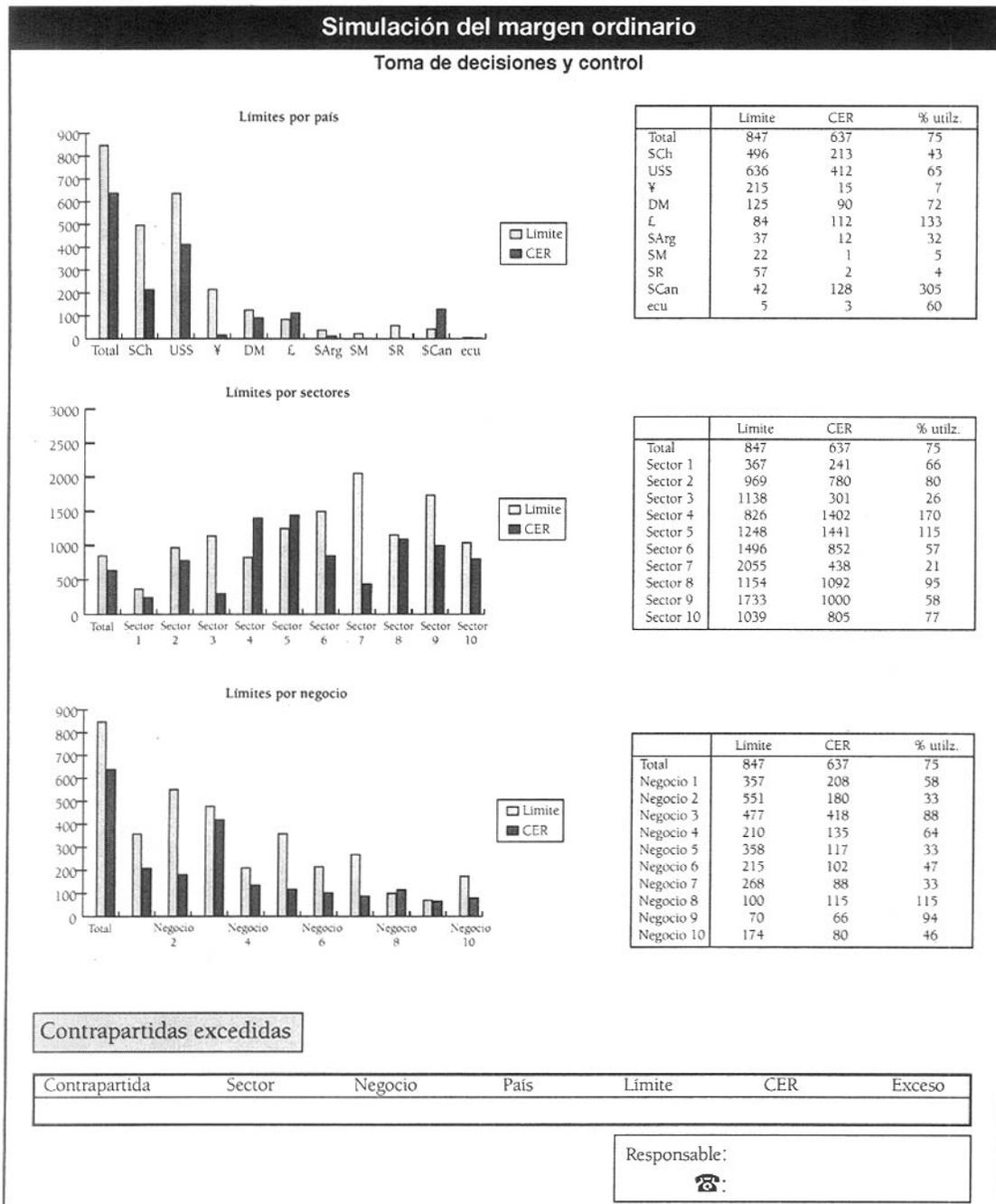
**Cuadro 8-25. Informe al comité de riesgos para la evaluación del riesgo de crédito por rating**



**Informes para el control del riesgo de crédito**

Para que el comité de riesgos pueda controlar los límites de riesgo de crédito se puede utilizar el informe del Cuadro 8-26, en el que se muestran los límites crediticios (expresados en capital en riesgo) y el porcentaje de utilización de dichos límites por países, sectores y negocios. Al final del informe se señalan las contrapartidas con las que existe un riesgo de crédito superior al establecido en los límites.

**Cuadro 8-26. Informe al comité de riesgos para el control del riesgo de crédito**



## Informes para el control del riesgo de cambio estructural

En el supuesto de que la entidad disponga de compañías subsidiarias en otros países, es preciso que el comité de riesgos controle el riesgo de cambio que generan dichas inversiones. En este caso podría resultar de gran utilidad la utilización de los siguientes informes.

### *Informes para la evaluación y toma de decisiones*

El Cuadro 8-27 es un informe que analiza la posición de tipo de cambio de la entidad generada por inversiones estructurales, identificando el riesgo que se está soportando y el RORAC esperado. De esta forma se puede comprobar si se están cumpliendo las expectativas y objetivos de rentabilidad, y recomendar los cambios necesarios en las posiciones para alcanzarlos.

En la primera parte del informe se analizan las inversiones estructurales, mostrando la posición, el capital en riesgo y el RORAC esperado, para cada una de las divisas y en una fecha determinada.

Para describir la posición abierta en cada una de las divisas se muestra el valor patrimonial de la inversión realizada, la financiación de la posición realizada en la misma divisa, las operaciones de tipo de cambio estructural (generalmente reducen la exposición global) y las financiaciones de inversiones en otras monedas realizadas con la divisa (columna de financiación no asociada). La posición abierta en cada divisa será la suma de los cuatro valores anteriores.

Tras conocer la posición abierta, se puede evaluar la máxima pérdida que podría generarse en un año manteniendo el mismo nivel de riesgo (CER anualizado) y el beneficio esperado anual asociado al mantenimiento de dicha posición. Estas P&G esperadas deben recoger el beneficio o pérdida extraordinaria que se genera por mantener la posición abierta, frente a la alternativa sin riesgo de cerrarla según los tipos *forward*. Para finalizar, se presenta el RORAC esperado con el fin de poderlo comparar con el RORAC objetivo marcado para el gestor.

En la segunda parte del informe se analizan los beneficios anuales de las inversiones estructurales. Se muestra la divisa en la que se generan los beneficios, el volumen pendiente (esperado) hasta el final del ejercicio, las coberturas vivas, en el momento en que se hace el informe, y por diferencias entre los dos últimos valores, se establece la posición abierta en cada una de las divisas. La evaluación del riesgo asumido se realiza mediante el cálculo del CER hasta el final del ejercicio, que mide la máxima pérdida en que se puede incurrir con una determinada probabilidad. El cálculo debe ser dinámico, dado que los beneficios imputables a cada periodo del año generarán diferentes riesgos de tipo de cambio, dependiendo de su proximidad al final del ejercicio.

**Cuadro 8-27. Informe al comité de riesgos para la evaluación del riesgo de cambio de las inversiones estructurales**

Toma de posiciones de riesgo de cambio										
Inversiones estructurales										
Tipo cambio inicio periodo	Divisa	Patrimonio	Financiación	Operaciones FX	Financiación no asociada	Posición abierta				
						Millones moneda base	% sobre patrimonio			
	Dolar									
	Peso chileno									
	Nuevo sol peruano									
	Peso uruguayo									
	Total									
Tipo cambio inicio periodo	Divisa	CER anualizado	P&G esperadas 1 año			RORAC esperado				
			Total esperado	Revaluación	Puntos forward					
	Dolar									
	Peso chileno									
	Nuevo sol peruano									
	Peso uruguayo									
	Total									
Beneficios anuales										
Tipo cambio presupuestos	Divisa	Bº pendiente ejercicio	Cobertura viva	Posición abierta	% cobertura	CER hasta fin ejercicio	P&G total esperado a fin del ejercicio	Revaluación esperada	Ptos forward	RORAC anual esperado
	Dolar									
	Peso chileno									
	Nuevo sol peruano									
	Peso uruguayo									
	Total									
Responsable: _____										
☎: _____										

### Informes para el control

El informe del Cuadro 8-28 permite al comité de riesgos comparar el nivel de riesgo de tipo de cambio generado por las inversiones estructurales con los límites fijados por divisas y para el total de la cartera. El control de los límites de riesgo de cambio se realiza tanto sobre el valor de las inversiones estructurales como sobre los beneficios anuales generados por dichas inversiones.

Respecto a las inversiones estructurales, en primer lugar se define un límite mínimo de cobertura del valor patrimonial para cada una de las divisas y a nivel agregado; en segundo lugar, se establece un límite máximo en términos de CER anualizado para cada una de las divisas y un CER anualizado total para la cartera.

Respecto a los beneficios anuales se establecen dos límites: el mínimo del porcentaje de beneficios pendiente del ejercicio que se debe haber cubierto y el porcentaje de los beneficios futuros esperados, convertidos a la divisa base, que es admisible arriesgar como máximo, es decir, el capital en riesgo sobre el beneficio pendiente.

Las cifras que aparecen en las columnas de defecto y exceso indican en qué medida estos límites están siendo respetados.

**Cuadro 8-28. Informe al comité de riesgos para el control del riesgo de cambio de las inversiones estructurales**

Control del riesgo de cambio								
Inversiones estructurales								
Mes de evaluación: Feb/98	Cobertura			CER anualizado				
Divisa	%	Limite minimo (%)	Defecto (%)	% Utilización	Limite máximo	Exceso		
Dolar								
Peso chileno								
Nuevo sol peruano								
Peso uruguayo								
Total								
Beneficios anuales								
Divisa	Coberturas actuales sobre B <sup>o</sup> pendiente			CER a fin ejercicio sobre B <sup>o</sup> pendiente				
	%	Limite minimo (%)	Defecto (%)	%	Limite máximo (%)	Exceso (%)		
Dolar								
Peso chileno								
Nuevo sol peruano								
Peso uruguayo								
Total								
Limites								
Divisa	Limites % cobertura sobre beneficios pendientes				Limites CER anual sobre beneficios totales			
	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4
Dolar								
Peso chileno								
Nuevo sol peruano								
Peso uruguayo								
Total								
Responsable:								
☎:								

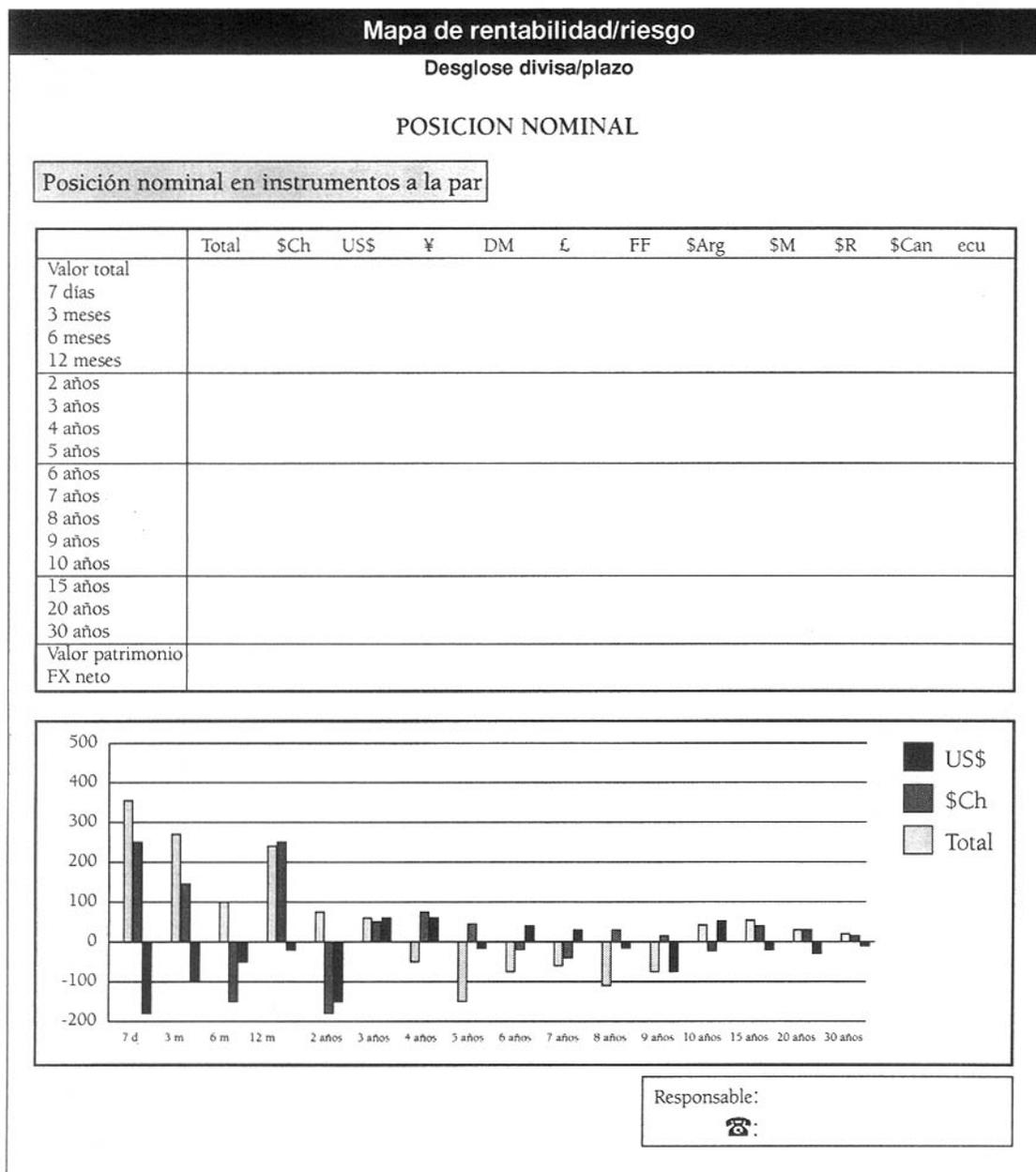
## INFORMACIÓN PARA LOS COMITÉS DE NEGOCIO

Los comités de negocio necesitan disponer de información que les sirva de base para el proceso de toma de decisiones de gestión de los riesgos asumidos por la entidad. A continuación, se muestran algunos de los informes que podrían utilizar.

### Informes para la gestión del riesgo de mercado

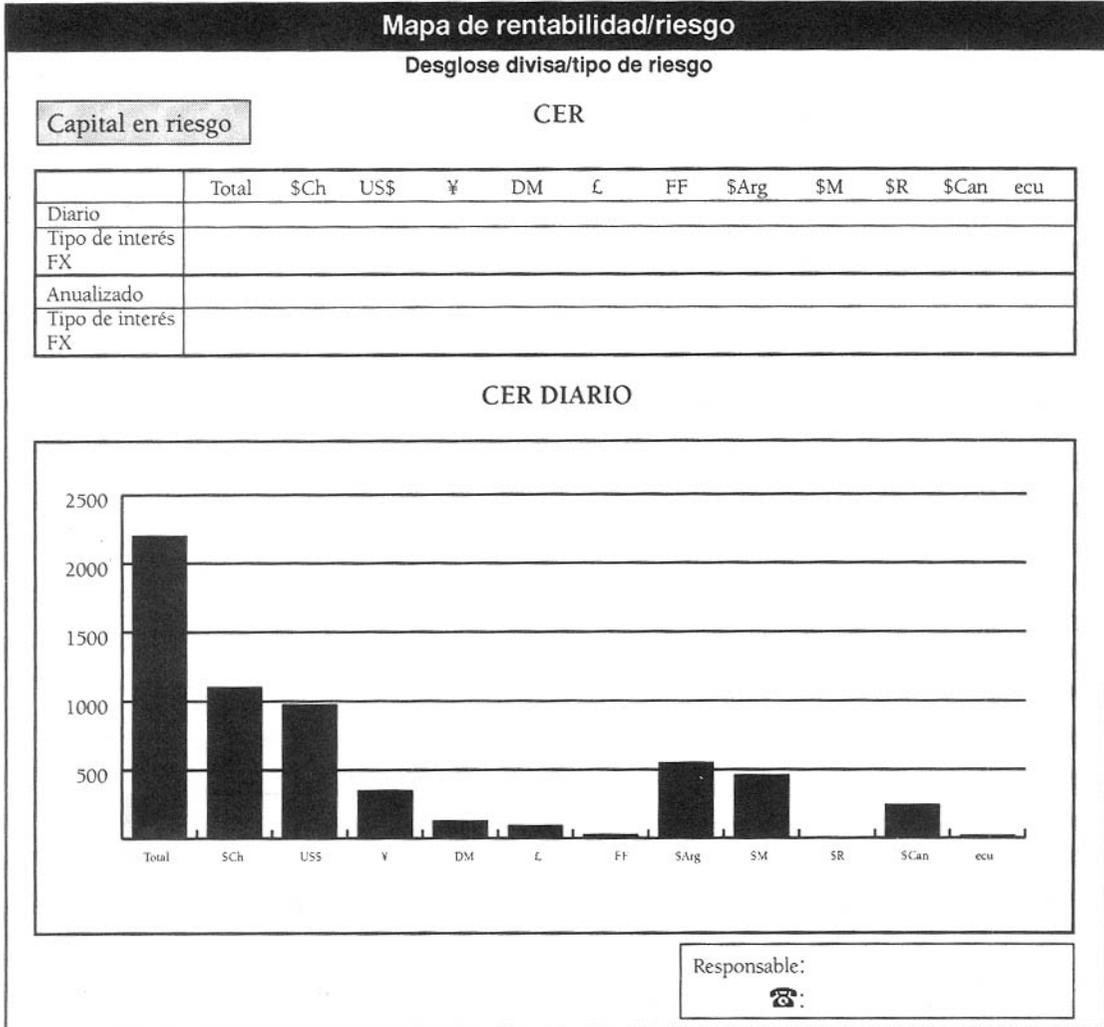
El informe del Cuadro 8-29 resume la posición de la entidad mediante *swaps* a la par (posición equivalente) agregada por plazos y dividas. En el gráfico inferior de dicho informe se exponen las posiciones por plazos que mantiene la entidad en las divisas más relevantes.

**Cuadro 8-29. Informe para los comités de negocio sobre las posiciones (cartera equivalente) que generan riesgo de mercado**



El Cuadro 8-30 es un informe sobre los capitales en riesgo, diarios y anualizados, que la entidad expone en cada una de las divisas y por cada uno de los factores de riesgo de mercado. En la parte inferior de dicho informe se muestra un gráfico con los CER en cada divisa, de forma que se pueda ver con facilidad las divisas en las que se producen concentraciones de riesgo.

**Cuadro 8-30. Informe para los comités de negocio sobre los CER por divisa y factor de riesgo**

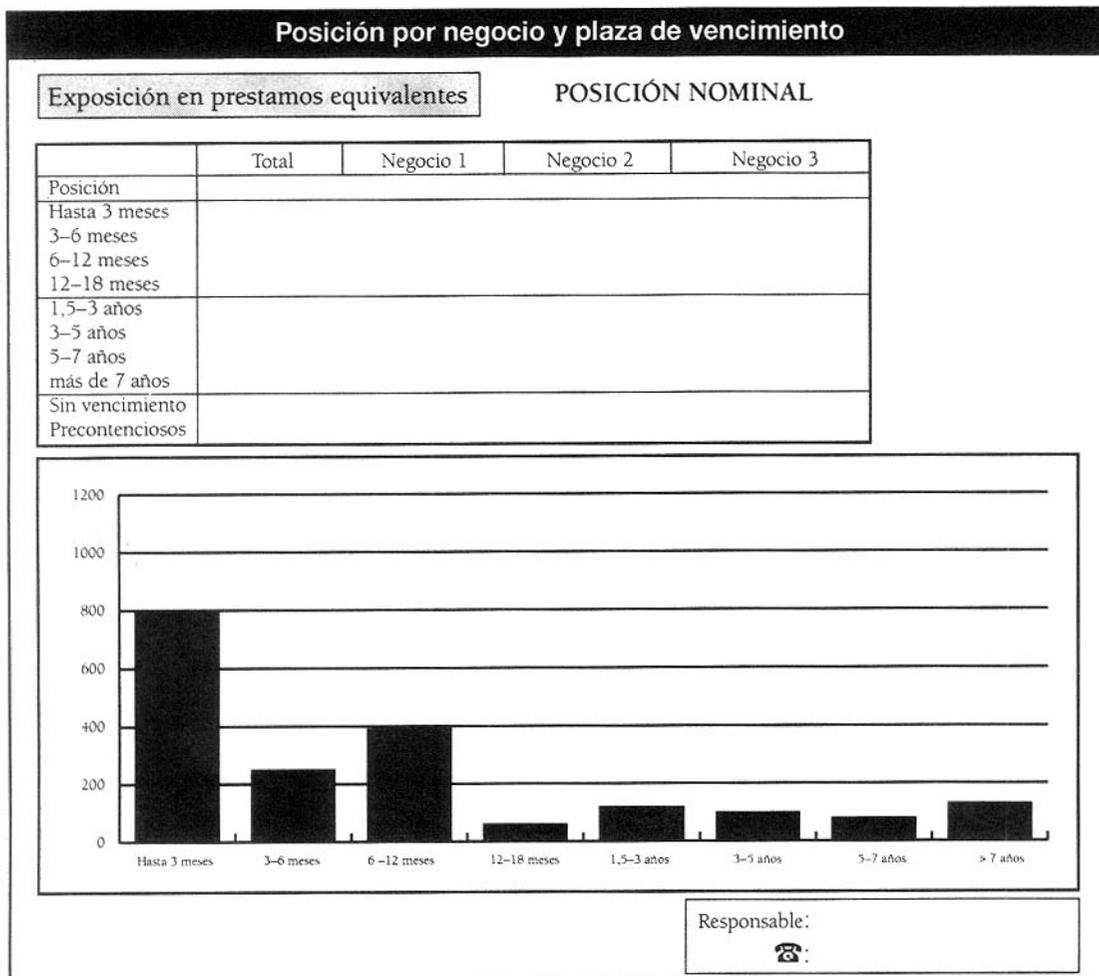


**Informes para la gestión del riesgo de crédito**

El informe del Cuadro 8-31 resume la posición nominal de la entidad y de los diferentes negocios en prestamos equivalentes a diferentes plazos. En la parte inferior presenta un gráfico que resume la concentración de la posición en los diferentes plazos.

El Cuadro 8-32 muestra también la posición en préstamos equivalentes, pero ahora la desagregación se realiza por países, en lugar de por plazos, lo que permite analizar las concentraciones de crédito en los países en los que opera la entidad. En el gráfico inferior se muestran las principales posiciones crediticias por países.

**Cuadro 8-31. Informe para los comités de negocio sobre las posiciones crediticias (préstamos equivalentes) por negocios y plazos**



### Información para los agentes externos

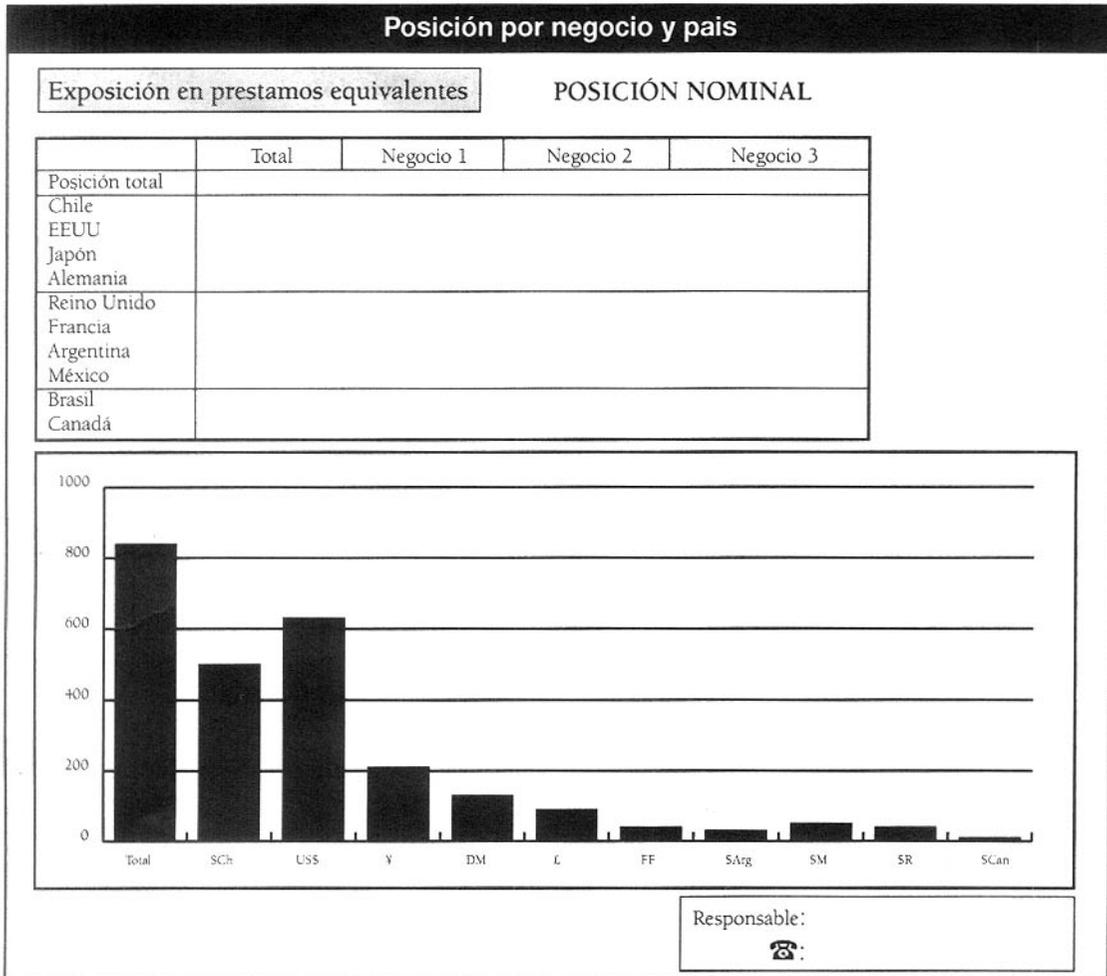
La finalidad principal de la comunicación externa es poner de manifiesto el valor que aporta la gestión de riesgos para cada uno de los agentes económicos, de modo que ello se traduzca rápidamente en:

- Mayor valor de la acción.
- Marco regulatorio acorde con las necesidades de una gestión eficiente.
- Reconocimiento de la calidad crediticia.

La información sobre gestión de riesgos transmitida por la entidad debe facilitar a cada uno de los agentes económicos la realización de sus tareas específicas, de tal forma que:

- Los inversores dispongan de la información suficiente para gestionar sus carteras.
- Los analistas evalúen las perspectivas de la entidad para poder valorarla.
- Las agencias de *rating* puedan analizar convenientemente la calidad crediticia de la entidad.

**Cuadro 8-32. Informe para los comités de negocio sobre las posiciones crediticias (préstamos equivalentes) por negocios y países**



- Los reguladores puedan establecer un marco legal que favorezca el desarrollo económico, eliminando las posibilidades de fraude y fomentando la transparencia.

No obstante, a pesar de las ventajas que pueden justificar la publicación de este tipo de información, las entidades suelen tener cierto recelo a difundirla. Algunas de las causas podrían ser las siguientes:

- El hecho de que la entidad no disponga de una estrategia de gestión de riesgos, con políticas y procedimientos perfectamente definidos que le permitan controlar los riesgos a que le expone su actividad, y tomar las decisiones de gestión oportunas.
- Los mercados locales en los que opera la entidad no son sensibles a la necesidad de medir, controlar y gestionar los riesgos. Esta circunstancia está cambiando rápidamente por dos motivos fundamentales: en primer lugar, la participación en mercados internacionales, en los que se trata de una práctica habitual entre las entidades financieras, y en segundo lugar, el conocimiento de que la necesidad de gestionar los riesgos es más acuciante en los mercados menos desarrollados, donde, hasta el momento, las entidades se habían podido permitir retrasos en la implantación de las estrategias de gestión utilizadas en los mercados más desarrollados.

- La idea de que son procedimientos de gestión e información estratégica, que no deben ser comunicados externamente, por suponer una ventaja competitiva importante y por el carácter privado que se otorgaba hasta el momento a la información manejada: estructura de crédito de los activos y pasivos de la entidad, instrumentos con los que es capaz de operar, volumen de negocio con cada uno de ellos, coberturas, etc.
- La inexistencia de estándares definidos por las entidades supervisoras de cada país y del sector en general. En los últimos años ciertos organismos (BPI, IOSCO, etc.) han comenzado a definir algunas pautas en cuanto a la información sobre gestión de riesgos, que las entidades deberían transmitir externamente. No obstante, la postura de las entidades supervisoras a este respecto varía considerablemente de unos países a otros.
- Por último, el que una presentación de este tipo de información es un compromiso implícito a presentarla en ejercicios venideros.

En cualquier caso, la difusión de información respecto a la gestión de riesgos es una práctica cada vez más extendida, y con una tendencia claramente ascendente. Por este motivo, se indican a continuación algunas características que debe presentar la información publicada, de forma que sea de utilidad para comprender los riesgos a que se expone la entidad, la gestión que hace de ellos y el rendimiento que obtiene de dicha gestión.

- La información debe estar en consonancia con la complejidad de los riesgos a que está expuesta la entidad y a las metodologías y sistemas que emplea para su control y gestión. Es decir, debe ser un resumen de la información que se maneja habitualmente en la entidad, y no un informe *ad hoc* que se realice para su inclusión en la memoria de la entidad, y que tenga poco que ver con la información que se emplea para realizar la gestión de los riesgos de la entidad.
- La información se desarrollará teniendo en cuenta el tipo de negocios que realiza la entidad, y su importancia relativa en el balance global.
- Debe contener información cuantitativa y cualitativa, que permita obtener una idea clara de la estrategia de gestión de riesgos que se está empleando y de los beneficios que se obtienen con ella.

La información suministrada a agentes externos debe estar relacionada con la estrategia de gestión de riesgos implantada en la entidad. Un esquema orientativo de la información sobre gestión de riesgos que las entidades pueden distribuir a agentes externos sería el siguiente:

- Definición de objetivos y estrategia de gestión de riesgos.
  - Análisis y medición de riesgos.
  - Toma de decisiones.
  - Control de gestión.
  - Evaluación de resultados.
- Descripción de los riesgos a que está expuesta la entidad.
  - Riesgo de mercado.
  - Riesgo de crédito.
  - Riesgo de liquidez.
  - Riesgo operativo y legal.
- Política de utilización para los derivados financieros.
  - Descripción de políticas por instrumentos.
  - Descripción de políticas por negocio.
- Otras puntos de interés.

## **Recomendaciones de los estándares internacionales sobre sistemas de información de gestión**

### **Recomendaciones del Grupo de los Treinta**

- En los estados financieros de las entidades se debe proporcionar suficiente información sobre la operativa con instrumentos derivados. Concretamente se deben especificar los objetivos que se persiguen, el volumen de transacciones, el nivel de riesgo en que se incurre y la forma en que se contabilizan. En caso de entidades financieras, este tipo de información debe ser aportada para todo tipo de posiciones e instrumentos.

### **Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados**

- Las entidades deben establecer mecanismos de información que permitan reflejar la correcta ejecución de las políticas de gestión de riesgos.

### **Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales**

- La dirección de las entidades debe participar en el control y gestión de los riesgos, recibiendo informes periódicos sobre la exposición al riesgo de la entidad y definiendo, a través de los límites, los máximos riesgos que está dispuesta a admitir.
- La dirección de la entidad debe recibir información periódica de la exposición agregada a los diferentes tipos de riesgo, del cumplimiento de las políticas y procedimientos establecidos y de las revisiones que se realicen de ellas (informes de auditoría interna y externa).

# Metodologías de medición del riesgo de mercado

## Introducción

En el presente capítulo se expondrán las metodologías habituales en el cálculo de los factores que determinan el valor en riesgo y el capital en riesgo de una determinada posición.

El objetivo del cálculo es la obtención del mapa de riesgo de la posición, de manera que cada beneficio o pérdida posible tenga asignada una probabilidad de ocurrir. El mapa de riesgo de la posición dependerá de los perfiles de riesgo de cada uno de los productos que la compongan y de la relación que exista entre los factores de riesgo que los definan.

Por tanto, será necesario determinar la función de probabilidad asociada a cada uno de los productos considerados y a cada una de las carteras que se pretenda analizar.

Para ello se podrán seguir dos enfoques diferentes, analítico y numérico, en función de la situación que se pretenda analizar:

- El *enfoque analítico* se basa en la obtención de expresiones matemáticas que representan la función de probabilidad del instrumento considerado. Ejemplo de este enfoque sería el empleo directo de la matriz de covarianzas para el cálculo de las medidas de riesgo en una cartera de acciones.
- El *enfoque numérico*, por su parte, se basa en técnicas de simulación de escenarios, obteniendo la función de probabilidad por muestreo. Ejemplo de este enfoque es la generación de simulaciones de Monte Carlo para el análisis de carteras de derivados.

Mientras sea posible, el empleo del enfoque analítico ofrece, habitualmente, una mayor riqueza en el análisis y un menor volumen de cálculo, pero requiere un esfuerzo mayor en su desarrollo, obligando en ocasiones a la realización de hipótesis simplificadoras. Sin embargo, si los productos analizados presentan una complejidad especial o es necesario el empleo de modelos de comportamiento más sofisticados, no resolubles analíticamente, es entonces cuando el enfoque numérico ofrece toda su potencia, a costa normalmente de un mayor volumen de cálculo y una menor riqueza analítica. Por tanto, es necesario alcanzar un compromiso entre ambos, que vendrá dado por las características del entorno a analizar.

No obstante, para el enfoque analítico o para algunos métodos numéricos, es necesario definir previamente qué tipo de comportamiento seguirán los factores de riesgo que intervienen en los resultados de la posición. En un caso será para definir la expresión de la función de probabilidad y en el otro para modelizar la evolución de los factores en la simulación.

En los siguientes puntos se analizará el cálculo de las medidas de rentabilidad-riesgo definidas en el capítulo 3 según ambos enfoques. Así, en primer lugar se analizará de forma analítica el comportamiento y las medidas de riesgo asociadas a un activo, generalizándolo a continuación para el caso de una cartera y comparándolo posteriormente con los resultados

obtenidos a través de un modelo numérico basado en simulaciones de Monte Carlo y en simulaciones históricas.

## Medidas de rentabilidad y riesgo

### MEDIDAS DE RENTABILIDAD

El mapa de riesgo representa la probabilidad de que ocurra una determinada variación de valor de una cartera en un periodo de tiempo fijado ( $T$ ):

$$\Delta Valor = V_T - V_0$$

Esta variación de valor se obtendrá como la suma de las variaciones de valor de cada uno de sus componentes. Por tanto, para determinar el mapa de riesgo se hace necesario modelizar el comportamiento del valor de la cartera. Para ello se analizará el comportamiento de los precios de un activo y su efecto sobre la tasa de retorno anual y la tasa de retorno continua al ser la rentabilidad la variable relevante para un inversor.

#### Tasa de retorno anual

La tasa de retorno anual se definirá como la rentabilidad asociada al precio de un activo expresada en términos anuales. Por tanto,

$$r = \frac{1}{T} \frac{\Delta \text{Precio}}{P_0} = \frac{1}{T} \frac{P_T - P_0}{P_0}$$

donde  $T$  es el periodo de tiempo considerado, expresado en años,  $P_0$  es el precio inicial del activo y  $P_T$  es el precio del activo al final del periodo considerado.

#### Tasa de retorno continua

La tasa de retorno continua se definirá como la rentabilidad anual asociada al precio del activo suponiendo que los retornos se reinvierten de manera instantánea y continua. Así,

$$r_c = \frac{1}{T} \ln \frac{P_T}{P_0}$$

#### Ejemplo

Supongamos un instrumento financiero que inicialmente tenía un valor de US\$ 1 millón, y que en el plazo de 23 días tiene un valor de mercado de 1,2 millones, lo que supone una variación de valor de US\$ 20.000 en 23 días (0,063 años). Por tanto,

$$\text{Rentabilidad} = 20.000/10^6 = 2\%$$

$$\text{Tasa de retorno anual} = 0,02/0,063 = 31,74\%$$

$$\text{Tasa de retorno continua} = (\ln 1,02)/0,063 = 31,43\%$$

## COMPORTAMIENTO DEL VALOR DE UN ACTIVO

Según el modelo tradicional de comportamiento de los precios<sup>1</sup> estos siguen una distribución de probabilidades lognormal, o lo que es lo mismo, el  $\ln V_T$  se comporta como una variable aleatoria que sigue una distribución normal.

Por tanto, teniendo en cuenta que el retorno continuo se comporta como el logaritmo del valor, también seguirá una distribución normal, mientras que la variación en el valor del activo y la tasa de retorno anual se comportarán como una variable aleatoria lognormal.

Comportamiento de un activo	
Variable	Comportamiento
Precio	Lognormal
Variación de valor	Lognormal
Tasa de retorno anual	Lognormal
Tasa de retorno continua	Normal

Si ahora consideramos una cartera, su variación de valor puede expresarse como la suma de las variaciones de valor de cada uno de los instrumentos que la componen. Por tanto, en cualquiera de los casos, la variación de valor de una cartera se expresa como función de una suma de variables aleatorias, no independientes, que tienen un comportamiento lognormal. Sin embargo, la suma de variables aleatorias lognormales no independientes no sigue ninguna función de distribución conocida, lo que impide el cálculo de las medidas de riesgo de forma analítica, aunque no numérica. Por tanto, será necesario suponer alguna hipótesis adicional.

### Hipótesis de rentabilidades normales

Como se ha indicado anteriormente, la variación de valor de una cartera quedaba expresada como una suma de variables lognormales no independientes que no permitían construir una solución analítica cerrada.

<sup>1</sup> De la teoría sobre el comportamiento de los precios de un activo [HULL, J., *Options, Futures and Other Derivative Securities*, páginas 209-210] se deduce que

$$\ln \frac{V_T}{V_0} = \text{Normal} \left( \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) \cdot T, \sigma \sqrt{T} \right)$$

donde  $\mu$  es la tasa de retorno esperada y  $\sigma$  sería la volatilidad anual de la tasa de retorno continua. Teniendo en cuenta que:

$$r_c = \frac{1}{T} \ln \frac{V_T}{V_0}$$

se cumpliría que:

$$r_c = \text{Normal} \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2}, \frac{\sigma}{\sqrt{T}} \right)$$

Para poder llegar a una solución analítica cerrada se supondrá que la variación de valor de cada uno de los instrumentos se comporta como una distribución normal con la misma desviación estándar que la tasa continua de retorno.<sup>2</sup>

Esto quiere decir que se supondrá que la variación de valor de un activo y, en consecuencia, el mismo valor del activo, se comportará como una distribución normal.

De esta forma, y teniendo en cuenta que la suma de variables aleatorias que siguen una distribución normal se comporta como normal, la rentabilidad de la cartera presentaría una distribución de probabilidades normal de parámetros conocidos.

### Intervalo de confianza

Una vez conocida la distribución que rige la evolución de los precios ya sería posible calcular los puntos correspondientes a los distintos intervalos de confianza. Dada una distribución normal de media  $r^{\text{esperado}}$  y desviación estándar  $d$ , se tendrán los intervalos de confianza que se muestran a continuación.

Intervalos de confianza		
Valor	c (%)	1-c (%)
$-3,00 \cdot d$	99,87	0,13
$-2,75 \cdot d$	99,70	0,30
$-2,50 \cdot d$	99,38	0,62
$-2,25 \cdot d$	98,78	1,22
$-2,00 \cdot d$	97,72	2,28
$-1,75 \cdot d$	95,99	4,01
$-1,50 \cdot d$	93,32	6,68
$-1,25 \cdot d$	89,44	10,56
$-1,00 \cdot d$	84,13	15,87

Así, para un intervalo de confianza del 99,87% el menor retorno posible en un plazo  $T$  sería igual a

$$r^* = r^{\text{esperado}} - 3 \cdot d$$

mientras que el mayor retorno posible, con el mismo nivel de confianza sería igual a

$$r^* = r^{\text{esperado}} + 3 \cdot d$$

### VOLATILIDAD

Una vez analizado el modelo de comportamiento del precio de instrumento se hace necesaria la estimación de la desviación típica (desviación estándar) que se introducirá en el modelo y que determinará el punto de máximas pérdidas para el intervalo de confianza fijado.

<sup>2</sup> Para una justificación más detallada de esta hipótesis de normalidad de los precios, véase el apéndice, en p. 262.

Introduciremos el concepto de *volatilidad* y el procedimiento para medirla en un periodo pasado. A continuación, se presentarán diferentes alternativas para la estimación de la volatilidad esperada, que será la que realmente determine el nivel de riesgo al que se encuentra expuesta la cartera.

### Definición

La *volatilidad del activo* es la desviación típica o estándar de la rentabilidad del activo.

La volatilidad mide la desviación de los rendimientos posibles respecto al rendimiento esperado. Para evitar que desviaciones positivas compensen las negativas, se elevan al cuadrado todas las desviaciones, se suman y se calcula la raíz cuadrada. Así, si se conoce la probabilidad  $p_i$  de todos los posibles rendimientos  $\gamma_i$  que pueden darse en el futuro en un período determinado, la volatilidad se calculará como:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^N p_i \cdot (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}$$

siendo

- $\bar{\gamma}$  el rendimiento esperado

$$\bar{\gamma} = \sum_{i=1}^N p_i \cdot \gamma_i$$

- $N$  el número de posibles rendimientos

Así, si existiera sólo un conjunto limitado de resultados posibles y fueran igualmente probables se tendría que

$$p_i = \frac{1}{N}$$

y, por tanto,

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}$$

Ahora bien, el cálculo anterior requiere el conocimiento completo de la distribución de probabilidades del rendimiento del activo. Sin embargo, la información de la que se dispone habitualmente es la serie histórica de rentabilidades reales del activo durante un periodo pasado, lo que supone solamente una muestra de la “población” completa. Por tanto, esto llevaría a una estimación de la volatilidad pasada que vendría dada por la expresión:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2}$$

siendo

- $n$  el número de datos de la serie<sup>3</sup> y
- $\gamma_i$  la rentabilidad entre el instante  $i-1$  y el instante  $i$ .

No obstante, al contar solamente con una serie de datos limitada sobre el comportamiento del rendimiento durante un periodo, no se puede tener completa seguridad de que la volatilidad real de dicho periodo coincida con la estimada.

### Previsión de volatilidad

En el punto anterior se ha definido el concepto de *volatilidad* y su estimación para un periodo de tiempo pasado. Sin embargo, dado un comportamiento pasado del precio de un activo no se puede garantizar que el comportamiento futuro vaya a ser el mismo. Por tanto, un problema central en la medición de riesgos es prever la volatilidad futura que se introducirá en los modelos para cuantificar el riesgo al que se encuentra expuesta la entidad. Para ello será útil, sin duda, conocer la volatilidad en otros períodos anteriores, pero no se podrá extrapolar sin más análisis.

Los métodos para intentar prever la volatilidad de un activo en un período futuro pueden clasificarse, de acuerdo con el tipo de información que utilizan como punto fundamental de partida, en dos grandes grupos:

- métodos basados en series de rentabilidades históricas, y
- métodos basados en expectativas.

A continuación se expondrán brevemente los principales métodos de predicción de volatilidades futuras, presentando algunas técnicas comparativas que permiten escoger el que proporciona mejor estimación.

#### *Métodos basados en series de rentabilidades históricas*

Los métodos basados en series de rentabilidades históricas pretenden predecir la volatilidad futura a partir de las oscilaciones que ha experimentado la rentabilidad en el pasado. Según el tipo de tratamiento que se realice sobre esta información, estos métodos pueden clasificarse a su vez en:

- métodos de volatilidad histórica, y
- métodos de regresión.

#### *Métodos de volatilidad histórica*

Estos métodos parten del cálculo del mejor estimador de la volatilidad en un cierto período, o en varios periodos, para después extrapolarlo al período futuro que interesa. Para ello, este tipo de métodos ofrece varias posibilidades. Por ejemplo:

<sup>3</sup> El hecho de dividir por  $n-1$  en lugar de por  $n$  se debe a que la serie de datos empleada es una muestra del comportamiento del rendimiento del activo, pero no representa todos los casos posibles. Así, en el cálculo estadístico se demuestra que la mejor estimación de la desviación típica de una población a partir de los datos de una muestra se obtendría dividiendo por  $n-1$  la suma de desviaciones al cuadrado.

- Utilizar la volatilidad estimada directamente sobre las rentabilidades de un número de días pasados igual al del período futuro a analizar. Si el período futuro fuera inferior a 20 días se tomarían, al menos, 20 días pasados para poder obtener un estimador fiable.
- Calcular el estimador de volatilidad en varios períodos históricos y obtener la media, o el máximo.
- Utilizar una volatilidad estimada sobre un período de tiempo largo, finalizando en el día actual.
- Buscar períodos históricos en los que se considere que la incertidumbre económica, política, financiera, etc. era similar a la actual, y calcular en ellos el estimador de volatilidad, seleccionando la media o el valor máximo.

Es fácil añadir variantes a esta lista, pero los ejemplos anteriores son buenos representantes del conjunto de alternativas posibles. Como puede observarse, sobre todo a través del último de los ejemplos, a pesar de ser modelos basados fundamentalmente en el análisis de rentabilidades históricas también están basados en expectativas, al seleccionarse los períodos de análisis esperando que permitan prever el comportamiento futuro.

No obstante, antes de adoptar cualquiera de los métodos han de realizarse una serie de comprobaciones sobre fechas pasadas, con los datos disponibles hasta las mismas, para determinar si habrían sido buenos predictores de las volatilidades posteriores a dichas fechas.

A pesar de todo, dada la necesidad de realizar el cálculo de volatilidades para numerosas variables y de establecer procedimientos objetivos y sistemáticos para la medición y control de los riesgos, los parámetros de cálculo (número de datos, número de períodos, etc.) se suelen fijar mediante un análisis inicial y se mantienen constantes para todos los cálculos posteriores. No obstante, es necesaria la realización de comprobaciones periódicas sobre la calidad de los resultados de la medición de riesgo, lo cual puede requerir del funcionamiento del sistema de cálculo durante cerca de un año para disponer de información relevante.

Como ya se ha indicado, la comparación entre los métodos descritos en los ejemplos anteriores exige la comprobación de su poder predictivo en cada caso concreto, según las técnicas que más adelante se indicarán. No obstante, pueden señalarse algunas ventajas e inconvenientes que se presentan, principalmente dependiendo del número de observaciones históricas a incluir en el período de cálculo:

- Cuanto más reducido sea el número de datos, mayor será el impacto de cada dato aislado reciente. De este modo, si hoy tuviera lugar una variación significativa de los precios, la estimación de volatilidad se incrementaría, indicando una mayor incertidumbre para el futuro inmediato. Esto permitiría estimar el riesgo más adecuadamente que con la previsión obtenida a partir de un gran número de datos, ya que, en este caso, un salto brusco en el día de hoy apenas influiría sobre el promedio que define el estimador de la volatilidad.

No obstante, esta afirmación puede resultar errónea en aquellos mercados en los que, para determinadas variables, sea probable que haya períodos prolongados de calma seguidos de saltos bruscos, tal y como ocurre con tipos de cambio regulados por las autoridades locales pero sometidos a devaluaciones cada cierto tiempo. Así, en el caso de que no haya tenido lugar ninguna crisis reciente, la volatilidad estimada con un número reducido de datos será extremadamente baja, sin que ello pueda esgrimirse como garantía de que no se producirá un salto grande en el futuro inmediato. Este tema se tratará en mayor detalle en el capítulo 10, en el que se presenta un enfoque más específico para mercados latinoamericanos.

- Un segundo factor a considerar es la representatividad de la muestra. Un número de datos excesivamente reducido puede conducir a una falta de fiabilidad estadística que se traduce en una modificación de los estimadores de volatilidad sin que haya un cambio en la situación de riesgo real. Esto podría producir problemas de orden práctico en la gestión de riesgos. Supóngase que un operador ha adoptado una posición que sitúa su nivel de riesgo al borde del límite que le ha sido asignado. Si en el día de hoy se produjera una oscilación de los precios algo superior a la habitual, el estimador de la volatilidad podría aumentar y hacer que el nivel de riesgo calculado superase el límite, lo que obligaría al operador a reducir su posición. No obstante, si realmente no ha cambiado la percepción del riesgo del operador ni de la unidad de gestión y control del riesgo podría afirmarse que la falta de fiabilidad estadística en el cálculo del estimador de volatilidad está provocando una disminución de la posición que no se corresponde con los niveles de riesgo aceptados por la entidad. Por ello, independientemente del periodo temporal para el que se quiera estimar la volatilidad futura, habrá de definirse un número de observaciones mínimo que se establezca como representativo del comportamiento del activo, siendo conveniente no utilizar menos de 20 datos.

En resumen, un número reducido de datos facilita el ajuste del estimador a la situación actual, pero puede olvidar el efecto de crisis importantes aunque infrecuentes y carecer de la suficiente fiabilidad estadística.

Los problemas anteriores explicarían por qué los organismos reguladores prefieran el empleo de estimadores basados en series históricas largas, de al menos un año, que presentarían mayor estabilidad, a costa de sacrificar capacidad de ajuste a la situación más reciente. Esto puede resultar muy peligroso cuando el riesgo actual es muy superior al nivel medio de los últimos años. Incluso en el caso de que en el periodo considerado hubieran tenido lugar crisis, la ponderación con amplios periodos de cierta estabilidad puede dar lugar a una estimación de volatilidad insuficiente para reflejar el riesgo en una situación con alta probabilidad de que se produzca una nueva devaluación.

Una solución simple a este dilema es estimar la volatilidad en un periodo corto y en otro largo, que incluya crisis, y tomar la mayor de las dos. Pero esto podría resultar en una medición del riesgo excesivamente conservadora que infrutilizase los recursos asignados. Otra posibilidad es utilizar varios periodos cortos para determinar la distribución de los estimadores y seleccionar alguno de ellos con un cierto criterio, normalmente conservador (el máximo, o aquél que, por ejemplo, supere el valor del 90% de los restantes), o mediante un análisis adicional que indique la similitud con la situación actual, lo cual resultaría costoso si ha de realizarse diariamente y sobre un número elevado de variables financieras.

En mercados donde el riesgo de crisis repentinas no es excesivamente alto, la utilización de 60 a 90 datos ofrece una buena combinación de adaptación a la situación actual, fiabilidad estadística y reflejo de un cierto número de situaciones diferentes. En el capítulo 10 se analizará más detalladamente un entorno con mayor probabilidad de crisis.

A continuación se presenta en mayor detalle el procedimiento para el cálculo de la volatilidad histórica asociada a un determinado periodo.

#### *Cálculo de la volatilidad histórica*

Según lo expuesto anteriormente, la volatilidad se estimaría sobre la distribución de rendimientos, de manera que se analizará la serie histórica de los retornos y no la serie histórica de los precios.

La serie de precios histórica estará compuesta por observaciones con una periodicidad determinada (días hábiles, semanas, meses, etc.) con la que se generará una nueva serie a partir de los retornos continuos entre las observaciones<sup>4</sup>.

$$\gamma_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$$

de manera que se calculará la volatilidad asociada a dicha periodicidad como la desviación típica de la muestra anterior

$$\sigma_{\text{periodicidad}}^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\gamma_i - \bar{\gamma})^2$$

Sin embargo, la volatilidad empleada está anualizada, de manera que habrá que expresar la volatilidad anterior en base anual. Por tanto,

$$\sigma_{\text{anual}} = \sqrt{n^{\circ} \text{ periodos}} \cdot \sigma_{\text{periodicidad}}$$

donde el *n° de periodos* es el número de observaciones en un año. El caso más frecuente será aquel en el que las series de datos históricos tengan una periodicidad de un día hábil. Teniendo en cuenta que en un año hay unos 250 días hábiles

$$\sigma_{\text{anual}} = \sqrt{250} \cdot \sigma_{\text{diaria}}$$

### Ejemplo

Consideremos como instrumento de referencia la cotización del índice bursátil norteamericano S&P500. Dada la serie histórica diaria de precios se calculará el retorno entre dos días como el logaritmo del cociente de las cotizaciones en cada uno de los días. Así, el retorno correspondiente al 16 de octubre de 1997 es

$$\ln(955,25/965,72) = -1,1\%$$

Calculando el retorno para las demás fechas se tendrá la serie histórica de retornos. Los últimos 30 datos disponibles son los siguientes.

<sup>4</sup> En el cálculo de los retornos habría que tener presente los pagos de dividendos, ya que el día en el que se deja de tener derecho a cobrar el dividendo (fecha exdividendo), el precio de la acción cae debido a este efecto. Por tanto, el retorno se calcula como.

$$\gamma_i = \ln \frac{S_i + D}{S_{i-1}}$$

No obstante, también hay efectos fiscales que repercuten en el precio, de manera que una alternativa posible sería no considerar los retornos correspondientes a días en el entorno de una fecha exdividendo.

## Serie histórica de precios y retornos

Fecha	Valor	Retorno (%)
oct 15, 1997	965,72	-0,5
oct 16, 1997	955,25	-1,1
oct 17, 1997	944,16	-1,2
oct 20, 1997	955,61	1,2
oct 21, 1997	972,28	1,7
oct 22, 1997	968,49	-0,4
oct 23, 1997	950,69	-1,9
oct 24, 1997	941,64	-1,0
oct 27, 1997	876,98	-7,1
oct 28, 1997	921,85	5,0
oct 29, 1997	919,16	-0,3
oct 30, 1997	903,68	-1,7
oct 31, 1997	914,62	1,2
nov 3, 1997	938,99	2,6
nov 4, 1997	940,76	0,2
nov 5, 1997	942,76	0,2
nov 6, 1997	938,03	-0,5
nov 7, 1997	927,51	-1,1
nov 10, 1997	921,13	-0,7
nov 11, 1997	923,78	0,3
nov 12, 1997	905,96	-1,9
nov 13, 1997	916,66	1,2
nov 14, 1997	928,35	1,3
nov 17, 1997	946,20	1,9
nov 18, 1997	938,23	-0,8
nov 19, 1997	944,59	0,7
nov 20, 1997	958,98	1,5
nov 21, 1997	963,09	0,4
nov 24, 1997	946,67	-1,7
nov 25, 1997	950,82	0,4

Una vez generada la serie histórica de retornos se estimará la desviación típica de dicha muestra, para lo cual elegiremos los últimos 20, 40, 60, 80 y 100 datos y multiplicaremos por la raíz de 250 para obtener la volatilidad anual.

## Volatilidad según el tamaño de la muestra

Datos	Volatilidad
20	17%
40	28%
60	24%
80	23%
100	22%

Como se puede observar existen diferencias de hasta 10 puntos porcentuales entre las volatilidades estimadas con distinto número de datos. Así, cuanto mayor sea el número de datos considerado menos diferencia existe entre las volatilidades estimadas, pero también es menos fiable como estimador futuro al tener en cuenta variaciones más lejanas en el tiempo y menos significativas para el comportamiento futuro. Si no se posee información adicional o un procedimiento que indique cual debe ser la volatilidad empleada, se pueden cometer errores de hasta el 10% por las diferencias entre unos estimadores y otros<sup>5</sup>. En este caso, el empleo de una volatilidad en el entorno del 25%, correspondiente a los últimos 60 datos, parece que cubriría adecuadamente el comportamiento de la cotización del S&P500, aunque de confirmarse la tendencia de los últimos 20 datos se estaría sobreasignando capital en riesgo. Sin embargo, como no se conoce cual va a ser la evolución futura del índice se debe alcanzar un compromiso en función de los datos disponibles.

### Métodos de regresión

Mientras los métodos de volatilidades históricas tratan de prever la volatilidad futura mediante un estimador de la volatilidad histórica en un periodo determinado, los métodos de regresión tratan de prever la volatilidad futura a partir de las desviaciones de los rendimientos pasados respecto al rendimiento esperado, mediante la definición de una expresión matemática que combine de manera sistemática las desviaciones pasadas para predecir la volatilidad futura.

El fundamento de este tipo de métodos es que las oscilaciones grandes en los mercados financieros tienden a ir seguidas de otras oscilaciones grandes, ya sea en el mismo sentido o en el contrario, ocurriendo lo mismo con las pequeñas. Existe, pues, una cierta permanencia del nivel de las oscilaciones, o lo que es lo mismo, del nivel de volatilidad. Estos modelos tratan de caracterizar la duración de esta permanencia y la evolución del nivel de volatilidad.

Los modelos de regresión más utilizados pueden clasificarse en dos grandes grupos:

- regresión sobre desviaciones de rendimientos pasados, y
- regresión sobre desviaciones de rendimientos y estimadores de volatilidad anteriores.

Evidentemente, en ambos casos los datos de partida son las desviaciones de rendimientos pasados, empleándose también en el segundo grupo de modelos las volatilidades deducidas de los mismos como una fuente de datos intermedia. El objetivo del modelo será expresar la predicción de volatilidad futura como una función de los rendimientos y volatilidades pasadas.

$$\sigma_t = f(\gamma_{t-1}, \gamma_{t-2}, \dots, \sigma_{t-1}, \sigma_{t-2}, \dots)$$

que se expresa normalmente como combinación lineal de los rendimientos y volatilidades pasadas:

$$\sigma_t^2 = v + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot d_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \delta_i \cdot \sigma_{t-i}^2$$

donde

<sup>5</sup> Conviene recordar en este punto que la realización de ajustes finos para el cálculo de las medidas de riesgo puede resultar de poco valor añadido, ya que la propia estimación de la volatilidad introduce diferencias de mayor orden.

- $d_{t-i}$  es la desviación sobre el rendimiento esperado asociada al instante  $t-i$

$$d_{t-i}^2 = (\gamma_{t-i} - \bar{\gamma})^2$$

- $v$  es una constante
- $\lambda_i$  son los coeficientes de la regresión asociados a cada uno de los rendimientos  $P_i$
- $\delta_i$  son los coeficientes de la regresión asociados a cada uno de los rendimientos  $q_i$

La determinación de estos coeficientes se efectúa mediante técnicas de regresión estadística, buscando el mejor ajuste entre la volatilidad que predice el modelo para un período futuro, calculada a partir de la función anterior, y el estimador de volatilidad para ese período a posteriori<sup>6</sup>. Así, la capacidad predictora de los modelos dependerá en gran parte de que hayan sido calibrados sobre una historia suficientemente variada como para recoger todas las situaciones que pueden darse en el futuro, además de la propia capacidad de ajuste en cada una de las situaciones.

El modelo de regresión lineal simple relaciona la varianza de un período, condicionada a la información disponible en el instante de inicio del período  $t$  ( $\sigma_t$ ), con los cuadrados de las desviaciones de rendimientos en instantes anteriores  $t-i$  (con  $i > 0$ ). Sustituyendo en la expresión anterior los  $\delta_i$  por cero para no considerar el efecto de las volatilidades pasadas:

$$\sigma_t^2 = v + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot d_{t-i}^2$$

El ajuste de los coeficientes se realiza minimizando la desviación cuadrática entre los valores de  $\lambda_i$ , que calcula el modelo para cada instante  $t$ , y las volatilidades calculadas a posteriori, en base a los datos reales posteriores a cada instante  $t$ .

Un análisis de la expresión anterior pone de manifiesto varios puntos relevantes:

- La constante  $v$  es la estimación de la *varianza incondicionada*, esto es, no dependiente de información disponible con anterioridad. En efecto, si se considera que las oscilaciones anteriores a un instante dado no aportan ninguna información de cara a estimar la volatilidad posterior, los coeficientes  $\lambda_i$  serán nulos, y la varianza estimada será igual a la incondicionada, es decir,

$$\sigma_t = v$$

Esta discusión pone de manifiesto que, si se piensa que el pasado no guarda ninguna relación con el futuro, la estimación de la volatilidad hay que hacerla en base a algún otro tipo de información e incorporarla al modelo como una constante. Obviamente esto equivale a no usar el modelo de regresión sobre rendimientos pasados y se corresponde con los modelos basados en expectativas.

<sup>6</sup> En la gestión de riesgos las previsiones de volatilidad futura se aplican a un horizonte temporal de un día, lo que a la hora de realizar la estimación a posteriori plantea el problema de cuál es el mejor estimador de volatilidad a un día, ya que con un solo dato no se podría estimar la volatilidad. Una alternativa sería la toma de datos de cotizaciones a lo largo del día, pero presentaría problemas técnicos y se podría ver distorsionada por las diferencias entre la oferta y la demanda. Por tanto, se supondrá que la volatilidad diaria se ha mantenido constante a lo largo de un período de 20 días y se utilizará la volatilidad estimada para dicho período como estimador de la volatilidad diaria.

- Si en lugar de determinar los coeficientes  $\lambda_i$  mediante la técnica de regresión estadística, se fijan todos ellos iguales a  $\frac{1}{p-1}$ , y se hace nula la constante  $v$ , se tendrá que

$$\sigma_t = \frac{1}{p-1} \cdot \sum_{i=1}^p d_{t-i}^2$$

que es el mejor estimador de la volatilidad en el período que contiene los  $p$  datos anteriores al instante  $t$ . De esta manera, el modelo simplemente predice la volatilidad futura en base a la volatilidad histórica, lo que muestra que el modelo de volatilidad histórica no es más que un caso particular del modelo de regresión sobre rendimientos anteriores.

- Para facilitar los cálculos de los coeficientes pueden predeterminarse ciertas relaciones entre los mismos, de modo que se reduzca el número de parámetros independientes a estimar. De esta forma se tendría un modelo más simple, pero en el que se perdería libertad y, por tanto, capacidad de reflejar la realidad. El modelo de media móvil con ponderación exponencial adopta la siguiente expresión para los coeficientes:

$$v = 0$$

$$\lambda_i = \lambda^{i-1} \cdot (1 - \lambda)$$

donde  $\lambda$  es una constante entre 0 y 1, de manera que los coeficientes correspondientes a instantes lejanos ( $i$  alto) son menores que los de instantes cercanos ( $i$  bajo). Además, cuanto más próximo a 0 sea  $\lambda$  más rápidamente decaerá el peso de las oscilaciones lejanas.

De este modo, la predicción de volatilidad futura queda como

$$\sigma_t = \sum_{i=1}^p \lambda^{i-1} \cdot (1 - \lambda) \cdot d_{t-i}^2$$

con sólo dos parámetros a estimar:

- $\lambda$ : coeficiente de descuento
- $p$ : número de datos

Adicionalmente, se podría añadir la restricción de que la suma de todos los coeficientes no se aleje excesivamente de la unidad<sup>7</sup> (si  $p$  fuera infinito la suma sería efectivamente 1). Esta restricción se fundamenta en considerar los coeficientes de ponderación de todas las oscilaciones anteriores como las probabilidades que intervienen en la definición de varianza cuya suma ha de ser 1. De hecho si la suma de los coeficientes fuera significativamente menor que 1, en promedio se estaría infravalorando la varianza. Se fijará aquel valor de  $\lambda$  que minimice la desviación cuadrática entre

<sup>7</sup> Puede demostrarse que para que la suma de los  $p$  coeficientes sea superior a  $1-x$  se debe cumplir que:

$$p > \frac{\ln x}{\ln \lambda}$$

la estimación del modelo y la volatilidad estimada a posteriori en base a los datos reales.

- Sin utilizar funciones o relaciones entre los coeficientes, estos pueden determinarse utilizando técnicas de autorregresión. Para ello basta notar que sumando el cuadrado de la desviación actual  $d_t^2$  a los dos términos de la expresión de partida se tendría que:

$$\sigma_t^2 + d_t^2 = v + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot d_{t-i}^2 + d_t^2$$

$$d_t^2 = v + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot d_{t-i}^2 + d_t^2 - \sigma_t^2$$

El problema se transforma en predecir el último término de la serie de oscilaciones a partir de las anteriores, teniendo en cuenta que el término  $d_t^2 - \sigma_t^2$  es impredecible y corresponde al ruido aleatorio que queda inexplicado tras la regresión. A este tipo de métodos se los denomina de heterocedasticidad<sup>8</sup> autorregresiva condicionada (ARCH), por estimar la última oscilación condicionada al conocimiento de la propia serie de oscilaciones anteriores.

Generalizando el modelo anterior para tener en cuenta el comportamiento de las volatilidades se volvería a la expresión de partida de este punto:

$$\sigma_t^2 = v + \sum_{i=1}^p \lambda_i \cdot d_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \delta_i \cdot \sigma_{t-i}^2$$

Así, por tratarse de un modelo que incluye al ARCH como un caso particular, recibe el nombre de GARCH (ARCH generalizado), y puede expresarse en forma autorregresiva como

$$d_t^2 = v + \sum_{i=1}^p (\lambda_i + \delta_i) \cdot d_{t-i}^2 - \sum_{i=1}^p \delta_i \cdot (d_{t-i}^2 - \sigma_{t-i}^2) + d_t^2 - \sigma_t^2$$

### **Modelos basados en expectativas**

Estos modelos establecen sus predicciones de la volatilidad futura a partir de factores distintos de las propias oscilaciones de las rentabilidades pasadas. Estos factores pueden ser:

- Cotizaciones de precios de opciones
- Opiniones de agentes participantes en los mercados financieros
- Variables macroeconómicas junto con indicadores generales de volatilidad en los mercados financieros

### *Volatilidades implícitas en opciones*

En los mercados financieros más desarrollados se cotizan opciones sobre:

<sup>8</sup> Heterocedasticidad significa que la varianza cambia a lo largo del tiempo.

- pares de divisas (normalmente respecto al dólar, marco o yen)
- futuros sobre bonos del Estado
- futuros sobre tipos de interés
- *swaps* (*swaptions*)
- series de tipos de interés a corto plazo (*caps* y *floors*)
- índices bursátiles
- acciones individuales
- futuros de *commodities*, etc.

Aunque no se cubre todo el rango de productos e instrumentos disponibles (por ejemplo, todos los bonos del Estado) los operadores de los bancos de inversión están en condiciones de cotizar opciones sobre los mismos, estimando su volatilidad a partir de la volatilidad cotizada en instrumentos relacionados.

Así, las volatilidades cotizadas por los agentes reflejarían en cada momento toda la información disponible en el mercado, incorporando el promedio de las expectativas sobre las futuras oscilaciones de precios. En la formación del consenso los agentes utilizan las estimaciones y predicciones obtenidas por los diferentes métodos basados en series de rentabilidades históricas, pero las modifican de acuerdo con su propia visión del futuro y de la información adicional que no está contenida en los precios históricos.

El principal inconveniente de esta metodología es la ausencia de cotizaciones representativas del consenso de mercado sobre un conjunto de productos suficientemente amplio. Esto requiere la existencia de un mercado líquido, con alto volumen de negociación y numerosos participantes equilibrados en cuanto a poder de negociación y tipo de transacciones (compra-venta de opciones).

Para el cálculo de la volatilidad implícita habría que tomar el precio de la opción y determinar la volatilidad que, introducida en el correspondiente modelo de valoración, conduce a la obtención de dicho precio. Habitualmente, las opciones más líquidas son aquellas de características estándar, que se valorarían según expresiones de Black&Scholes y para las que el mercado estaría cotizando principalmente la volatilidad, obteniéndose el precio a través del modelo.

Así, se tomará como referencia las volatilidades cotizadas para las opciones con precio de ejercicio más próximo a la cotización del activo subyacente (*at the money*) y con vencimiento más cercano por ser éstas las que normalmente presentan una mayor liquidez y profundidad y reflejan el riesgo a corto plazo.

#### EJEMPLO

Continuando con el ejemplo anterior, en el caso del índice S&P500 el mercado proporciona una información adicional al existir un mercado líquido de opciones sobre dicho índice. Así, al cierre del día 10 de diciembre de 1997, la volatilidad implícita en el precio de las opciones *at the money* (precio de ejercicio = 970) con vencimiento en enero de 1998 se situaba en el 20%. Por tanto, según las expectativas de los operadores del mercado el índice se comportará con una volatilidad del 20% durante el próximo mes, lo cual difiere en un 5% respecto al estimador en base a datos históricos (25%). En consecuencia, cuando se dispone de datos implícitos de la volatilidad, la estimación basada en ellos es el mejor estimador al estar construido en base a toda la información y expectativas disponibles en el mercado.

#### *Volatilidades basadas en expectativas de agentes económicos*

Sin embargo, el mercado de opciones no siempre es lo suficientemente líquido o amplio, lo que conduce a la inexistencia de volatilidades implícitas cotizadas. En este caso, una alternativa

posible para no tener que hacer uso de los métodos históricos es la realización de encuestas entre participantes en los mercados, que proporcionaría una expectativa de volatilidad susceptible de ser utilizada para medición de riesgos.

Estas encuestas pueden ser realizadas por entidades bancarias entre un grupo de clientes activo en los mercados subyacentes (divisa, tipo de interés...) solicitando los rangos en los que puede quedar una cierta variable (por ejemplo, la cotización del dólar respecto a la divisa local) en un cierto tiempo y dentro de un intervalo de confianza determinado. Por ejemplo, podría preguntarse por el límite máximo y mínimo para la cotización del dólar respecto al peso chileno dentro de un mes, de modo que se tenga un 95% de seguridad de que el dólar no estará fuera de dichos límites al cumplirse el plazo, o lo que es lo mismo, que de repetirse la pregunta durante 100 meses (8 años) el dólar acabaría fuera del rango en 5 ocasiones. Si se considera que la variable se comporta siguiendo una distribución normal, el intervalo de confianza del 95% corresponde aproximadamente a 4 veces la volatilidad ( $\pm 2\sigma$  en torno al valor esperado).

$$\text{rango} \approx \text{precio} \cdot k \cdot \sigma_{\text{periodo}}$$

donde  $k$  dependerá del nivel de confianza fijado siendo igual a 4 para el caso de un 95% y  $\sigma$  es la volatilidad asociada al periodo.

Por ejemplo, si cotizando el dólar a 450 pesos chilenos, un encuestado esperase que dentro de un mes la cotización se situará, con un 95% de confianza, entre 465 y 440 (rango=25), estaría considerando implícitamente que la volatilidad mensual sería del 1,39%, ya que sustituyendo en la expresión anterior se tendría que:

$$450 \cdot 4 \cdot \sigma_{\text{mensual}} = 25 \Rightarrow \sigma_{\text{mensual}} = 1,39\%$$

Teniendo en cuenta que en un año hay doce meses, la volatilidad anual sería igual al 4,81%

$$\sigma_{\text{anual}} = \sigma_{\text{mensual}} \cdot \sqrt{12}$$

Para determinar la previsión de volatilidad se calcula la volatilidad implícita en las respuestas de cada uno de los encuestados y se toma la media (eliminándose, por ejemplo, los datos extremos). Para que el valor obtenido resulte significativo sería conveniente que la encuesta se realizara entre un número suficientemente amplio de entidades, que debe ser informadas de los resultados de la encuesta con objeto de incentivar su participación. Así, en un mercado poco líquido, el resultado de la encuesta será un buen indicador de las expectativas de estabilidad de los participantes en el mercado y, por tanto, de la conveniencia de cubrir o no las posiciones abiertas.

#### *Volatilidades basadas en variables macroeconómicas*

El estudio conjunto de ciertos indicadores macroeconómicos de países que han sufrido crisis de sus divisas permitiría asociar a cada divisa una probabilidad de crisis, la cual se combinaría con información de volatilidades pasadas para estimar la volatilidad futura<sup>9</sup>.

Una vez estimada la probabilidad de crisis ( $p_{\text{cr}}$ ), si se determinase la volatilidad histórica en periodos de crisis ( $\sigma_{\text{cr}}$ ) y en periodos de estabilidad ( $\sigma_{\text{est}}$ ), se podría estimar una volatilidad

<sup>9</sup> En el capítulo 10 se analiza en mayor detalle la problemática del riesgo cambiario en divisas con probabilidades altas de sufrir una crisis.

esperada ( $\sigma_{esp}$ ) como ponderación de la de períodos de crisis y la de períodos de estabilidad, según la expresión

$$\sigma_{esp}^2 = p_{cri} \cdot \sigma_{cri}^2 + (1 - p_{cri}) \cdot \sigma_{est}^2$$

Igualmente, este método de predicción de volatilidad puede combinarse con los métodos anteriores de estimación de la volatilidad basados en expectativas del mercado, con el fin de determinar la probabilidad que los agentes asignan implícitamente a un escenario de crisis. Así, despejando la probabilidad de crisis en la expresión anterior:

$$p_{cri} = \frac{\sigma_{esp}^2 - \sigma_{est}^2}{\sigma_{cri}^2 - \sigma_{est}^2}$$

### **Comparación de la capacidad predictiva**

Una vez determinadas las distintas estimaciones de volatilidad futura según los distintos métodos presentados anteriormente habrá que decidir cual de los resultados obtenidos se considerará como previsión de la volatilidad.

En la medida de lo posible es conveniente utilizar volatilidades implícitas, ya que evitamos la problemática de las volatilidades históricas y se recogen las expectativas de los operadores del mercado de forma inmediata sin necesidad de esperar a que se produzcan movimientos bruscos o, por el contrario, se suavicen las oscilaciones. De esta forma, en una situación en la que aumenta la probabilidad de una crisis, la volatilidad implícita crece, reconociéndose un mayor riesgo pese a no haber variado las posiciones ni la volatilidad histórica. Esta no experimentaría cambios sustanciales hasta después de que la crisis hubiera tenido lugar. Paradójicamente, sería después de que ya ha tenido lugar la crisis cuando un enfoque de volatilidad histórica reconocería un mayor riesgo pudiendo conducir a una toma de decisiones errónea que se tradujera en una reducción de la posición. Sin embargo, esta alternativa no es siempre posible por la inexistencia de productos derivados suficientemente líquidos que tengan como subyacente al instrumento considerado.

No obstante, para determinar la idoneidad de los distintos métodos presentados deberían realizarse una serie de pruebas comparativas que reflejasen el nivel de ajuste de las predicciones a los niveles de volatilidad que realmente tuvieron lugar. Así, se podrían realizar dos análisis alternativos:

- Error de la predicción
- Pérdidas y ganancias en estrategias de opciones

#### *Error de la predicción*

La medición de la diferencia entre el estimador a posteriori y la predicción del modelo suele efectuarse calculando el error cuadrático medio en distintos períodos, de manera que el mejor modelo sería aquel que tuviera el menor error cuadrático medio. El proceso a seguir sería:

- Para cada uno de los periodos considerados se predice la volatilidad de acuerdo con cada uno de los métodos, utilizando sólo la información disponible a la fecha final del período. Así, se obtendría:

- $\sigma_{im}$ : previsión de volatilidad en el período  $i$  realizada con el método  $m$ .
- A continuación, utilizando las oscilaciones de rendimientos que se produjeron después de la fecha final del periodo  $i$  se estimaría la volatilidad real,  $\sigma_i$ .
- Para cada uno de los métodos se definirá el error cuadrático medio como

$$e_m = \sum_{i=1}^k (\sigma_i - \sigma_{im})^2 \cdot \frac{1}{k}$$

donde  $k$  es el número de períodos en los que se estaría comparando el modelo.

No obstante, este tipo de prueba presenta el inconveniente de la dificultad en la estimación de la volatilidad a posteriori en períodos de tiempo muy cortos, de uno o muy pocos días. Como alternativa podría recurrirse al segundo tipo de pruebas, basadas en estrategias de opciones.

#### *Pérdidas y ganancias en estrategias de opciones*

El objetivo de estas pruebas es la construcción de estrategias de opciones poco sensibles a los movimientos instantáneos del precio y muy sensibles a los movimientos de la volatilidad, con el fin de valorarlas según los distintos métodos y comparar la cuenta de resultados obtenida, que debería ser prácticamente cero de haberse estimado correctamente la volatilidad. Así, la estrategia a seguir será la compra de un *straddle*<sup>10</sup> con vencimiento a un día y precio de ejercicio igual al actual. Así, para cada uno de los métodos se procedería como sigue:

- Cada día se supondrá que se compra un *straddle* al precio que se obtendría introduciendo en la fórmula de valoración la volatilidad obtenida en el método considerado.
- Al día siguiente se determinará el beneficio real obtenido por diferencia entre la prima pagada el día anterior y el flujo monetario asociado al vencimiento de las opciones, que dependerá del movimiento real de los precios y que, teniendo en cuenta los costos financieros de un día, será igual a:

$$P \ \& \ G_{\text{hoy}} = |P_{\text{hoy}} - X| - \text{Prima} \cdot \left( 1 + r_{\text{diario}} \cdot \frac{1}{360} \right)$$

donde  $P_{\text{hoy}}$  es el precio del activo subyacente al vencimiento de la estrategia y  $X$  es el precio de ejercicio al que se contrató el *straddle*.

<sup>10</sup> Un *straddle* comprado consiste en la compra simultánea de una opción de compra (*call*) y una opción de venta (*put*) al mismo precio de ejercicio y con la misma fecha de vencimiento. Al vencimiento del *straddle* el pago asociado a la estrategia será igual a:

$$\left. \begin{array}{l} \text{call : } c = \max(P - X, 0) \\ \text{put : } p = \max(0, X - P) \end{array} \right\} \Rightarrow \text{straddle} = c + p = |P - X|$$

donde  $P$  es el precio del activo subyacente y  $X$  es el precio de ejercicio del *straddle*.

Si se hubiera estimado correctamente la volatilidad, los resultados acumulados a lo largo de un período suficientemente largo deben ser nulos. Por ello, será más exacto aquel método que produzca los resultados más próximos a cero. Sin embargo, también ha de controlarse la desviación cuadrática media de los resultados respecto a cero, que sería el resultado esperado a priori cada día, para evitar la compensación de desviaciones positivas con otras negativas. Cuanto menor sea esta desviación cuadrática mayor será la exactitud del método.

Adicionalmente, esta estrategia habría de efectuarse tanto con la compra del *straddle* como con la venta, para eliminar efectos de tendencia, subida o bajada, en los movimientos de los precios.

Una variante para discriminar entre los diferentes métodos, también basada en el uso de opciones, consiste en realizar la misma estrategia de opciones entre dos operadores de la entidad donde cada uno de ellos estima la volatilidad con un método diferente.

Cada operador calcularía el precio del *straddle* en base a su predicción de volatilidad, de forma que aquel que haya estimado un precio mayor comprará el *straddle* al que haya calculado el menor, siendo el precio de la operación el precio medio entre los calculados por los operadores. Con esta estrategia los dos esperarán ganar en una serie de transacciones porque el comprador siempre adquiere las opciones a un precio inferior al que considera como su valor justo, mientras que el vendedor las vende a un precio que considera caro. Así, a lo largo de un período de varios meses, si un método de predicción de volatilidad es claramente superior, uno de los operadores acumulará un beneficio significativo, y el otro una pérdida.

## MEDIDAS DE RIESGO

Una vez establecida la hipótesis de normalidad e indicados los posibles procedimientos para la estimación de la volatilidad, el siguiente paso sería su aplicación a las distintas medidas de riesgo definidas con anterioridad. Para ello, se definirá como horizonte temporal de referencia el período de un día, construyéndose las medidas de riesgo anuales suponiendo que el riesgo diario de la cartera se mantiene constante durante un año.

### Medidas de riesgo diarias

Según se ha indicado anteriormente, el comportamiento de la variación de valor de la cartera en un periodo de tiempo determinado vendrá dado por la suma de una variación de valor esperada y una variación de valor inesperada debida a la volatilidad de la cartera.

$$\Delta\text{valor} = \Delta\text{valor}^{\text{esperada}} + \Delta\text{valor}^{\text{inesperada}}$$

Así, la rentabilidad de la cartera vendría dada por:

$$\frac{\Delta\text{valor}}{V_0} = \frac{\Delta\text{valor}^{\text{esperada}}}{V_0} + \frac{\Delta\text{valor}^{\text{inesperada}}}{V_0}$$

donde  $V_0$  sería el valor inicial de la cartera<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> En el caso de productos derivados, el valor de la cartera puede ser cero, de forma que este planteamiento presenta problemas. Sin embargo, se mantendrá a efectos didácticos. El objetivo final es la modelización de la variación de valor, de manera que este valor podría ser otro cualquiera, teniendo en cuenta que el valor de la volatilidad de la cartera vendrá dado por la hipótesis que se realice (véase en p. 228 el apartado referente a análisis de una cartera).

### Valor en riesgo diario

Suponiendo un horizonte temporal de un día hábil<sup>12</sup>, y teniendo en cuenta que la volatilidad diaria se calculará como la volatilidad anualizada dividida por la raíz cuadrada de 250, para expresarla en volatilidad por día hábil

$$\sigma_{\text{diaria}} = \frac{\sigma_{\text{anualizada}}}{\sqrt{250}}$$

Por tanto, la máxima pérdida inesperada será igual a

$$|V_0| \cdot k \cdot \sigma_{\text{diaria}}$$

donde  $k$  dependerá del nivel de confianza determinado (p. 202) y  $V_0$  es el valor inicial de la cartera.

En consecuencia, la máxima pérdida estimada será igual a la máxima pérdida inesperada menos la variación de valor esperada

$$VER_{\text{diario}} = |V_0| \cdot k \cdot \sigma_{\text{diaria}} - V_0 \cdot \text{rentabilidad}_{\text{diaria}}^{\text{esperada}}$$

donde  $k$  es el número de desviaciones típicas asociado al nivel de confianza determinado (por ejemplo, consultando la tabla de intervalos de confianza —pág. 206— para un nivel del 99,87%,  $k$  es 3).

El segundo sumando representa los beneficios esperados, mientras que el primero representa la variabilidad alrededor de éstos.

### Capital en riesgo diario

Aplicando directamente las expresiones obtenidas en el capítulo 3 para el CER se tendrá que:

$$CER_{\text{diario}} = \frac{VER_{\text{diario}} + V_0 \cdot z_{LR} \cdot T_{\text{diario}}}{1 + z_{LR} \cdot T_{\text{diario}}}$$

donde  $z_{LR}$  es la tasa a la que se financiarían—invertirían las posiciones según el esquema expuesto cuando se introdujo el concepto de capital en riesgo. El segundo sumando representa los costos de financiación en el caso de posiciones de activo, y los intereses generados por la inversión en el caso de posiciones de pasivo.

Sustituyendo la expresión del VER diario en la ecuación anterior:

$$CER_{\text{diario}} = \frac{|V_0| \cdot k \cdot \sigma_{\text{diaria}} - V_0 \cdot (r^{\text{esperada}} - z_{LR}) \cdot T_{\text{diario}}}{1 + z_{LR} \cdot T_{\text{diario}}}$$

<sup>12</sup> A partir de este punto y para el resto del documento se tomará un día hábil como el horizonte temporal para el cálculo de las distintas medidas de riesgo.

donde el segundo sumando representa la prima de riesgo esperada ( $r^{esperada} - z_{LR}$ ), esto es, el exceso de rentabilidad diaria esperada sobre la tasa de mercado.

Por tanto, para determinar el CER asociado a una determinada posición habría que determinar previamente la rentabilidad esperada asociada al instrumento o cartera considerada. Sin embargo, la contribución de este término puede considerarse despreciable<sup>13</sup> frente a la de la volatilidad, de manera que se podrá estimar el CER diario como:

$$CER_{diario} \approx \frac{|V_0| \cdot k \cdot \sigma_{diaria}}{1 + z_{LR} \cdot T_{diario}}$$

Al igual que se razonó al considerar la hipótesis de normalidad, la estimación de la volatilidad ya puede estar introduciendo errores mayores que el ajuste fino que introduciría este segundo sumando.

### RORAC esperado

Como se ha indicado anteriormente, la contribución al cálculo del CER de los beneficios esperados podría quedar diluida frente a la contribución de la volatilidad, de manera que el CER podría estimarse sin necesidad de determinar una rentabilidad esperada. Sin embargo, cuando se trata de medidas de rentabilidad-riesgo como el RORAC, se hace imprescindible la estimación de los resultados esperados. Así, según se introdujo en el capítulo 3 sobre riesgo de mercado,

$$RORAC_{esperado} = \frac{\text{resultados}_{esperados} + \left\{ \begin{array}{l} -\text{costos}_{financieros} \\ +\text{ingresos}_{financieros} \end{array} \right\} + \text{compensacion}_{capital}}{CER} (1 - \text{tasa}_{impuestos})$$

donde la variación de valor de la cartera, considerando los costos de financiación y el capital que tiene asignada, viene dada por la propia variación de valor de los instrumentos que la componen menos (más) los intereses de financiar (invertir) el valor de mercado neto de los instrumentos más los intereses obtenidos por tener invertido el CER en instrumentos libres de riesgo.

<sup>13</sup> Comprobando el orden de magnitud de ambos sumandos se observa que al dividir el primero por el segundo:

$$\frac{k \cdot \frac{\sigma_{anual}}{\sqrt{250}}}{(r^{esperada} - z_{LR}) \cdot \frac{1}{365}} \approx 23 \cdot k \cdot \frac{\sigma_{anual}}{r^{esperada} - z_{LR}} \gg 1$$

ya que la volatilidad anual suele ser del mismo orden de magnitud que la prima de riesgo. Por tanto, el error cometido al despreciar el segundo sumando no sería significativo en la estimación del capital en riesgo diario y evita tener que estimar la tasa de retorno esperada.

Por tanto, sustituyendo la variación de valor por los resultados esperados se obtiene el RORAC esperado:

$$RORAC_{\text{esperado}} = \frac{\text{resultados}_{\text{esperados}} + \left\{ \begin{array}{l} -\text{costos}_{\text{financieros}} \\ +\text{ingresos}_{\text{financieros}} \end{array} \right\} + \text{compensacion}_{\text{capital}}}{CER} (1 - \text{tasa}_{\text{impuestos}})$$

o

$$RORAC_{\text{esperado}} = \left[ \frac{\text{resultados}_{\text{esperados}} - V_0 \cdot z_{LR} \cdot T}{CER} + z_{LR} \cdot T \right] (1 - \text{tasa}_{\text{impuestos}})$$

### Ejemplo

Supongamos una inversión de US\$ 200.000 en una cartera de acciones que replicase perfectamente al índice S&P500. Según se ha visto en el apartado sobre volatilidades, nuestro mejor estimador para la volatilidad futura sería del 20%, que se traduce en una volatilidad diaria igual a

$$\sigma_{\text{diaria}} = \frac{20\%}{\sqrt{250}} = 1,265\%$$

Supongamos además que la financiación de la posición se puede realizar a tasas libres de riesgo y que estas son iguales al 5,5%.

En base a la hipótesis de normalidad, para una confianza del 99,87% el extremo del intervalo asociado a las máximas pérdidas inesperadas en un día sería igual a 3 veces la volatilidad diaria, de manera que el CER diario sería igual a:

$$CER_{\text{diario}} \approx \frac{V_0 \cdot 3 \cdot \sigma_{\text{diaria}}}{1 + z_{LR} \cdot \frac{1}{365}} = \frac{200.000 \cdot 3 \cdot 1,265\%}{1 + 0,055 \cdot \frac{1}{365}} = \text{US\$ } 7.589$$

Si se quisiera calcular el CER según la expresión completa sería necesario estimar la rentabilidad esperada de la inversión. Si expresamos la rentabilidad esperada como una prima sobre la tasa libre de riesgo se obtendrían los valores para las medidas de rentabilidad-riesgo que se muestran en el cuadro siguiente.

### CER en función de la prima de riesgo esperada

Prima esperada (%)	CER diario (US\$)
0,0	7.588
0,5	7.586
1,0	7.583
1,5	7.581
2,0	7.578
2,5	7.576
3,0	7.573
3,5	7.570
4,0	7.568
4,5	7.565

Como puede observarse, el CER diario se habría calculado teniendo en cuenta la financiación y la rentabilidad esperada. Sin embargo, la diferencia entre el máximo y el mínimo CER no supera el 0,3%  $[(7588-7.565)/7588]$ , lo que confirma la hipótesis utilizada para obtener la expresión del CER, dejando únicamente la contribución de la volatilidad. Al igual que en el caso del CER, la diferencia entre el máximo y el mínimo VER no supera tampoco el 0,3%.

Por tanto, se considerará un CER diario de US\$ 7.588, independientemente de la rentabilidad esperada.

Imprecisiones en la estimación de la volatilidad podrían introducir diferencias del 5%, de manera que un 0,3% no sería significativo y la simplificación evitaría el tener que estimar la rentabilidad esperada para conocer la exposición al riesgo.

Sin embargo, la estimación del RORAC esperado sí que exige dicha estimación, que dependerá de las condiciones y expectativas del mercado.

### Medidas de riesgo anualizadas

Como hemos visto, las medidas de riesgo se han calculado con el horizonte temporal de un día. Esto significa que las medidas de riesgo calculadas únicamente medirían la exposición y el consumo de capital en un día. Sin embargo, se supone que la compañía estará operando de manera continuada y se requerirían medidas de rentabilidad y riesgo a más largo plazo. Es por ello que se anualizarán las medidas de riesgo obtenidas.

Para anualizar estas medidas una posibilidad es suponer que durante un año se mantiene constante el nivel de riesgo actual. Esto quiere decir que las pérdidas y ganancias tendrán todos los días la misma distribución de probabilidades, no que se mantiene la cartera actual durante un año. Se supone que una vez decidido un perfil de riesgo diario, los gestores se encargarían de mantenerlo diariamente realizando las operaciones que fuesen oportunas.

Una alternativa es analizar la distribución de pérdidas y ganancias al final de un año suponiendo que se mantiene la cartera actual. Este planteamiento requiere hipótesis adicionales para tratar los instrumentos que fueran venciendo y el tipo de gestión a realizar. Por ejemplo, la cobertura de opciones es muy compleja y las posibilidades de que la elegida coincidiera con la realidad serían muy escasas. Así, este procedimiento sólo sería adecuado para el caso de carteras absolutamente estáticas, no gestionadas.

A continuación se desarrolla el procedimiento que permite calcular las medidas de riesgo anualizadas suponiendo que se mantiene el mismo riesgo durante todo un año.

### **Riesgo constante**

Para el desarrollo metodológico se supondrá que cada día se cierra la posición y se abre una nueva con la misma exposición al riesgo que la del día anterior y el mismo valor de mercado, lo que generará un resultado cada día.

Como es lógico, las pérdidas habrá que financiarlas y los beneficios se podrán reinvertir. Se supondrá que esta acción se realizará hasta el final del año considerado, que el tipo de interés a un día ( $z$ ) se mantiene constante a lo largo del año y que está expresado como un tipo compuesto.

Por tanto, los resultados y volatilidades anualizadas se expresarán como<sup>14</sup>

$$\begin{aligned} \text{resultado}_{\text{esperado}}^{\text{anualizado}} &= \text{resultado}_{\text{esperado}}^{\text{diario}} \cdot \frac{z}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1} \\ \text{volatilidad}^{\text{anualizada}} &= \text{volatilidad}^{\text{diaria}} \cdot \sqrt{\frac{250}{365}} \cdot \sqrt{\frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1}} \end{aligned}$$

### **Valor en riesgo anualizado**

Una vez anualizados los resultados esperados y la volatilidad se determinará el VER anualizado como:

$$\text{VER}^{\text{anualizado}} = |V_0| \cdot k \cdot \text{volatilidad}^{\text{anualizada}} - \text{resultado}_{\text{esperado}}^{\text{anualizado}}$$

### **Capital en riesgo anualizado**

Para el cálculo del CER anualizado se incluirán además los costos financieros anuales, que serán iguales a<sup>15</sup>

$$V_0 \cdot z$$

Sin embargo, el efecto de los costos financieros y la rentabilidad esperada se supondrán despreciables frente a la contribución del término de la volatilidad al igual que en el caso del CER diario<sup>16</sup>. Esta hipótesis permitiría obviar también la estimación de la rentabilidad esperada al calcular el CER anualizado, aunque sería necesaria para determinar el RORAC esperado.

<sup>14</sup> Véase el apéndice sobre anualización por riesgo constante en p. 263.

<sup>15</sup> Véase la anualización de costos financieros en p. 265.

<sup>16</sup> En el caso anualizado el efecto es más significativo que en el caso diario, pero aún así no se considerará en el cálculo del CER anualizado, ya que su efecto podría quedar diluido por el propio error que se estaría cometiendo al estimar la volatilidad.

Por tanto, el CER anualizado, independientemente de que la posición sea de activo o de pasivo, se podrá aproximar por:

$$CER_{anualizado} \approx \frac{|V_0| \cdot k \cdot \sigma_{anualizada}}{1 + z_{LR}}$$

### RORAC esperado anualizado

Por último sólo quedaría por calcular el RORAC esperado anualizado. Sustituyendo los valores anualizados en la expresión del RORAC esperado se tendrá que:

$$RORAC_{esperado}^{anualizado} = \left[ \frac{\text{resultados}_{esperados}^{anualizados} - V_0 \cdot z_{LR}}{CER_{anualizado}} + z_{LR} \right] (1 - \text{tasa}_{impuestos})$$

### Ejemplo

Supongamos la misma situación analizada para el cálculo de las medidas de rentabilidad-riesgo diarias. Como ya se ha indicado, la anualización de los parámetros diarios se realiza suponiendo que se mantiene el valor de mercado y la exposición al riesgo durante un año, financiando las pérdidas y reinvertiendo las ganancias.

Teniendo en cuenta que el tipo de interés de mercado es 5,5%, los factores de anualización para los resultados y la volatilidad serán (según las fórmulas de la página anterior):

$$\begin{aligned} \text{resultados}_{anualizados} &= \text{resultados}_{diarios} \cdot 374,92 \\ \text{volatilidad}_{anualizada} &= \text{volatilidad}_{diaria} \cdot 22,97 \end{aligned}$$

Por tanto, la volatilidad anualizada será:

$$\sigma_{anualizada} = 29,06\%$$

que es superior al dato de volatilidad anual, 20%, empleado en el ejemplo anterior (p. 224) debido al efecto de reinversión de los resultados diarios.

Suponiendo en este caso también que sólo consideramos el efecto de la volatilidad, el CER anualizado será igual a:

$$CER_{anualizado} = \frac{200000 \cdot 3 \cdot 29,06\%}{1 + 0,055} = \text{US\$ } 165.270$$

Para el cálculo del RORAC esperado anualizado habría que proceder de manera similar al caso de las medidas diarias y estimar una rentabilidad esperada, que se expresará como una prima sobre la tasa libre de riesgo.

### CER y RORAC según la prima de riesgo esperada

Prima esperada (%)	CER anualizado (US\$)	RORAC esperado (%)
0,0	165.256	4
0,5	164.335	4
1,0	163.419	4
1,5	162.507	5
2,0	161.599	5
2,5	160.695	6
3,0	159.795	6
3,5	158.900	6
4,0	158.008	7
4,5	157.121	7

Analizando la hipótesis de considerar sólo la contribución de la volatilidad en el cálculo del CER anualizado, se observa en el que la diferencia en este caso entre el máximo y el mínimo del CER es del 4,8%, más significativa que en el caso del CER diario. La razón estriba en que el factor de anualización para las rentabilidades es unas 16 veces mayor que el de las volatilidades, de manera que el error del 0,3% se traduce en un error de casi 5% al anualizar, que podría quedar diluido simplemente al estimar la volatilidad. Así, la diferencia estaría entre utilizar una volatilidad del 29% y una del 27,6% (=29%/1,05). Por consiguiente, se seguiría manteniendo la hipótesis, lo que evitaría tener que estimar la rentabilidad esperada para el cálculo de la exposición al riesgo.

### Análisis de una cartera

Las medidas de rentabilidad-riesgo definidas hasta este momento han estado referidas al comportamiento de un solo activo. El siguiente paso será su generalización al caso de una cartera de instrumentos financieros.

Supongamos que estamos analizando una cartera de  $n$  instrumentos en una única divisa. La variación de valor de la cartera vendrá dada por la suma de las variaciones de cada uno de los instrumentos que la componen:

$$\Delta \text{valor} = \sum_{i=1}^n \Delta \text{valor}_i$$

Por tanto, la tasa de retorno de la cartera<sup>17</sup> se podrá expresar como

$$r = \sum \omega_i \cdot r_i$$

donde  $r$  es la tasa de retorno asociada a la cartera,  $r_i$  es la tasa de retorno asociada al instrumento  $i$  y el coeficiente de ponderación representa la contribución del valor de mercado del instrumento al valor de mercado total de la cartera<sup>18</sup>:

$$\omega_i = \frac{V_0^i}{V_0}$$

Por consiguiente, la tasa de retorno de la cartera será una variable aleatoria que se comporta como la suma de  $n$  variables aleatorias, cada una de las cuales, según se ha supuesto anteriormente, sigue una distribución de probabilidades normal. Por tanto, la tasa de retorno de la cartera seguirá también una distribución normal y se podrán aplicar a la cartera todas las expresiones obtenidas anteriormente para un instrumento, empleando los valores adecuados para los resultados esperados y la volatilidad de la cartera.

## VOLATILIDAD DE LA CARTERA

Para el cálculo de la volatilidad de la cartera partiremos de nuevo de la suma de variables aleatorias:

$$r = \sum \omega_i \cdot r_i$$

Teniendo en cuenta que la volatilidad no es más que la desviación típica, según la teoría básica de cálculo estadístico, se cumplirá que:

$$\sigma^2 = \sum \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum \sum \omega_i \omega_j \sigma_{ij}$$

<sup>17</sup> La tasa de retorno asociada a la cartera se definirá como:

$$r = \frac{\Delta \text{valor}}{V_0} = \frac{\sum_1^n \Delta V_i}{V_0} = \sum_1^n \frac{V_i}{V_0} \cdot \frac{\Delta V_i}{V_i} = \sum_1^n \omega_i \cdot r_i$$

donde la tasa de retorno asociada a cada uno de los instrumentos  $i$  será:

$$r_i = \frac{\Delta \text{valor}_i}{V_0^i} = \frac{\Delta \text{precio}_i}{\text{precio}_0^i}$$

<sup>18</sup> En el caso de existencia de productos derivados basados en contratos a futuro, el valor de mercado de algunos instrumentos o el valor de la cartera analizada podría ser nulo. En estos casos, tanto  $V_0$  como  $V_0^i$  serían cero y el desarrollo anterior presentaría problemas. Sin embargo, teniendo en cuenta que el objetivo final es la modelización de la variación de valor estos valores podrían sustituirse por otros cualesquiera, que afectarían únicamente al análisis individual de las tasas de retorno pero no al análisis de las variaciones de valor. Así, en lugar de dividir por el valor de mercado se podría dividir por el nominal de la operación.

Definiendo el coeficiente de correlación entre dos instrumentos como

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

se cumplirá también que<sup>19</sup>

$$\sigma^2 = \sum \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum \sum \omega_i \omega_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j$$

## CAPITAL EN RIESGO DIARIO DE LA CARTERA

Para calcular el CER de la cartera únicamente habría que sustituir la volatilidad de la tasa de retorno en la expresión del CER. Así,

$$CER_{cartera} = \frac{|V_T| \cdot k \cdot \sigma_{diaria}}{1 + z_{LR} T_{diario}}$$

Desarrollando la volatilidad de la cartera en función de las volatilidades de los instrumentos que componen la cartera, el CER diario de esta se podría expresar como<sup>20</sup>:

$$CER_{cartera}^2 \approx \sum CER_i^2 + \sum \sum \pm CER_i CER_j \rho_{ij}$$

Por tanto, como puede observarse el capital en riesgo no es aditivo, sino que para poder agregar los resultados obtenidos para cada uno de los instrumentos por separado sería necesario el cálculo de una pseudomediana geométrica, dependiendo del coeficiente de correlación entre cada uno de los instrumentos. Por tanto, no es suficiente con analizar cada instrumento por separado, sino que es necesario analizar el comportamiento de uno con respecto a los otros a efectos de obtener la matriz de correlaciones.

Para analizar el CER se considerará la cartera como un único activo y se le aplicará a la volatilidad el mismo factor de anualización que a un instrumento individual.

<sup>19</sup> El sumatorio anterior se expresará según el cálculo matricial como:

$$\sigma^2 = \begin{bmatrix} \omega_1 \sigma_1 & \omega_2 \sigma_2 & \dots & \omega_n \sigma_n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} \\ \rho_{12} & 1 & \dots & \rho_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{1n} & \rho_{2n} & \dots & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \omega_1 \sigma_1 \\ \omega_2 \sigma_2 \\ \dots \\ \omega_n \sigma_n \end{bmatrix}$$

<sup>20</sup> Sustituyendo el valor de la volatilidad de la cartera

$$CER_{cartera}^2 \approx k^2 \cdot \left[ \sum V_i^2 \sigma_i^2 + \sum \sum V_i \sigma_i V_j \sigma_j \rho_{ij} \right]$$

se tendrá que:

**EJEMPLO**

Supongamos que de la cartera anterior de US\$ 200.000 en acciones que replican el S&P500 se desinvierten US\$ 100.000 del índice para invertirlos en una posición de caja en pesos mexicanos por valor de US\$ 75.000 y otra posición en reales brasileños por valor de US\$ 25.000.

Cartera de referencia		
Activo	Valor de mercado (US\$)	Peso (%)
S&P500	100.000	50,0
Pesos	75.000	37,5
Reales	25.000	12,5

Cada uno de estos instrumentos estaría consumiendo un capital en riesgo individual que dependerá de la volatilidad individual del activo considerado. Para el caso del índice S&P500 tomaremos como volatilidad la cotizada implícitamente en las opciones sobre el índice, que como ya se ha visto sería igual al 20%. Sin embargo, para el caso de los pesos mexicanos y de los reales brasileños sería necesario emplear series históricas, obteniéndose las volatilidades anuales que se muestran a continuación en función del número de datos empleados:

Número de datos	Volatilidades del tipo de cambio	
	Peso	Real
20	6	1
40	23	2
60	19	2
80	17	2
100	15	2

De manera que, fijándonos en el área de 60 a 80 datos, tomaríamos como estimadores de la volatilidad futura un 18% para el peso mexicano y un 2% para el real brasileño. En este punto conviene ir adelantando alguno de los aspectos que caracterizan a los mercados emergentes y que más adelante se ampliarán con mayor detalle. En el caso de los reales brasileños llama su atención su nivel de volatilidad excesivamente bajo y, en consecuencia, su baja exposición al riesgo. Evidentemente, esta circunstancia se debe al hecho de que el tipo de cambio se encuentra intervenido y muy dolarizado, de manera que el riesgo es mucho mayor que el indicado por la serie histórica debido a la posibilidad de una devaluación brusca (suceso poco frecuente pero no imposible), lo que debe traducirse en una corrección de dicho factor.

$$CER_{cartera}^2 \approx \sum CER_i^2 + \sum \sum \pm CER_i CER_j \rho_{ij}$$

donde el signo  $\pm$  dependerá de si cada instrumento considerado es de activo o de pasivo.

No obstante, este tema se desarrollará con mayor amplitud en el capítulo 10, de manera que a efectos de este ejemplo se mantendrán los resultados obtenidos.

El cuadro siguiente muestra el CER diario de cada uno de los activos para un intervalo de confianza del 99,87.%

<b>CER diario de cada activo</b>			
	<b>Volatilidad (%)</b>		<b>CER (US\$)</b>
	<b>Anual</b>	<b>Diaria</b>	
S&P500	20	1,265	3.794
Peso	18	1,138	2.561
Real	2	0,127	95

Sin embargo, como ya se ha indicado, el CER diario de la cartera en su conjunto no es aditivo y es necesario tener en cuenta las relaciones entre las cotizaciones de cada uno de los activos. Para ello, a partir de las series históricas de cada uno de los activos se obtendrán los coeficientes de correlación entre los retornos de cada uno de ellos<sup>21</sup>. En el cálculo de las correlaciones surgiría también el mismo problema que en el caso de las volatilidades históricas en cuanto al número de datos a considerar. En cualquier caso, el criterio deberá ser coherente en ambos casos. Las correlaciones obtenidas para distintos tamaños de la muestra constan a continuación.

<b>Correlaciones (%) según el tamaño de la muestra</b>			
<b>Tamaño muestral</b>	<b>S&amp;P500 vs peso</b>	<b>S&amp;P500 vs real</b>	<b>Peso vs real</b>
20	54,1	25,0	24,5
40	81,3	1,5	11,4
60	78,5	-0,5	11,6
80	72,9	-3,9	8,3
100	71,3	-3,6	8,2

Así, para la cartera considerada la matriz de correlaciones estimada vendría dada por los coeficientes de la siguiente matriz.

<b>Matriz de correlaciones (%) estimadas</b>			
	<b>S&amp;P500</b>	<b>Peso</b>	<b>Real</b>
S&P500	100	75	-2
Peso	75	100	10
Real	-2	10	100

<sup>21</sup> En el cálculo de las correlaciones con los tipos de cambio habría que emplear la serie histórica del tipo de cambio expresado como dólares por unidad de divisa local. Habitualmente la cotización vendría dada como unidades de divisa local por dólar, de manera que se obtendrían los retornos históricos a partir de esta serie y se multiplicarían por -1 para obtener la serie histórica de retornos continuos referida a dólares por unidad de divisa local.

De manera que la volatilidad de la cartera total, aplicando las formulas expuestas anteriormente (p. 229–230) sería igual a 15,7%.

Por tanto, el CER diario de la cartera será igual a:

$$CER_{diario}^{cartera} = \frac{200.000 \cdot 3 \cdot \frac{15,7\%}{\sqrt{250}}}{(1 + 0,055)^{\frac{1}{365}}} = \text{US\$ } 5.957$$

Como puede observarse, al diversificar parte de la cartera se ha reducido la exposición al riesgo desde los US\$ 7.588 con la cartera concentrada en el índice S&P500 hasta los US\$ 5.957 de la cartera diversificada. En el siguiente apartado se analiza este efecto con más detalle.

### EFEECTO DIVERSIFICACIÓN

Los resultados anteriores indican que en una cartera de activos, si la correlación entre estos es lo suficientemente baja, la exposición al riesgo se reduce y resulta inferior a la exposición de cada uno de los activos por separado, pudiendo llegar a minimizarse con una combinación adecuada de los activos en la cartera.

#### Rentabilidad–riesgo y correlación de los activos

	Retorno esperado (%)	Volatilidad (%)
Activo 1	10	22
Activo 2	7	15
Correlación	20	

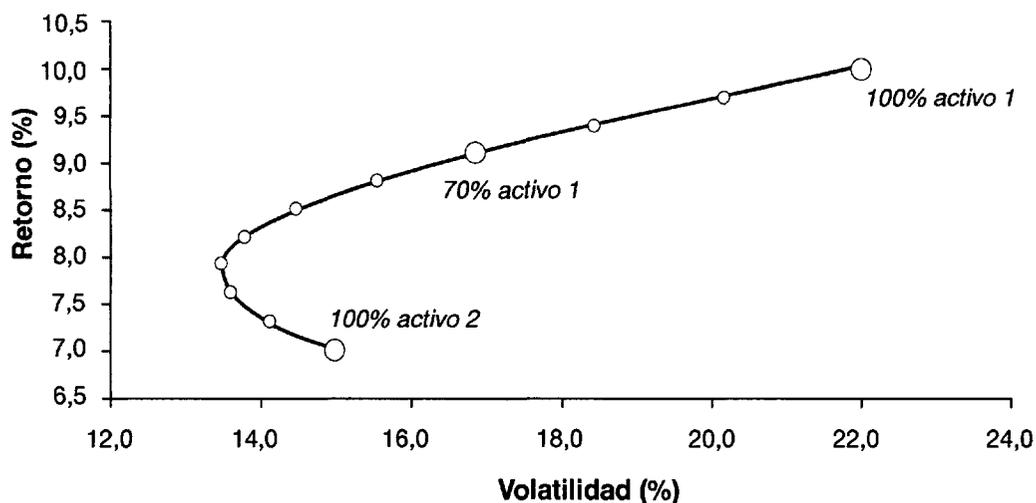
Por simplicidad analítica y de cálculo supongamos que tenemos una cartera formada por dos activos con las características de rentabilidad y riesgo que muestra el cuadro siguiente, que incluye también para cada posible combinación de los activos 1 y 2 los valores de retorno esperado, volatilidad y VER diario (suponiendo un intervalo de confianza del 99,87%) para

### Rentabilidad-riesgo según la composición de la cartera

Proporción (%) de activo 1	Volatilidad (%)	VER diario (%)	Retorno (%)
0	15,0	2,83	7,0
10	14,1	2,66	7,3
20	13,6	2,56	7,6
30	13,5	2,53	7,9
40	13,8	2,59	8,2
50	14,5	2,73	8,5
60	15,6	2,93	8,8
70	16,9	3,18	9,1
80	18,4	3,47	9,4
90	20,2	3,80	9,7
100	22,0	4,15	10,0

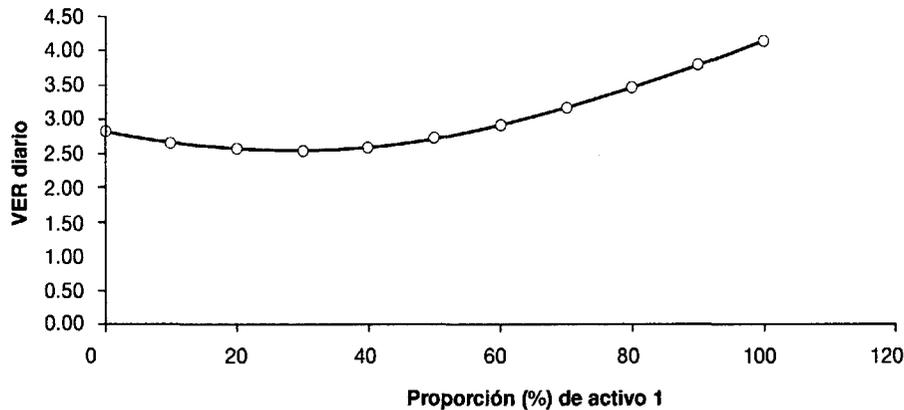
la cartera en su conjunto. La Figura 9-1 muestra el retorno y la volatilidad de la cartera en función de su composición.

Figura 9-1. Retorno-volatilidad según la composición de la cartera



Como puede observarse, para una cartera con un porcentaje del activo 1 alrededor del 30% la volatilidad se reduce hasta el 13,5%, inferior a las volatilidades individuales de cada uno de los activos.

Figura 9-2. VER diario (como porcentaje del valor de mercado) según la composición de la cartera



En la Figura 9-2 se representa gráficamente el VER diario frente a la composición de la cartera y se observa que para este mismo punto el VER sería mínimo.

Por tanto, en un entorno de correlaciones bajas, la diversificación se traduciría en una reducción del riesgo de la cartera hasta niveles inferiores al del activo de menor riesgo. En el ejemplo presentado, este efecto se conseguiría con coeficientes de correlación por debajo del 68%<sup>22</sup>

$$\rho < \frac{\sigma_2}{\sigma_1} = \frac{15}{22} = 68,2\%$$

Por tanto, la suma de posiciones no se traduce en la suma de sus respectivos valores en riesgo, sino que la correlación entre los activos minimiza el riesgo, con las limitaciones expuestas anteriormente.

## CARTERA MULTIDIVISA

Por último, queda por analizar una cartera con instrumentos en diferentes divisas. Para ello se supondrá que el valor de la cartera se expresa en una única divisa. Así, se expresará el

<sup>22</sup> La volatilidad de la cartera se expresará como:

$$\sigma^2 = x\sigma_1^2 + (1-x)\sigma_2^2 + 2x(1-x)\sigma_1\sigma_2\rho$$

Derivando respecto de  $x$  e igualando a cero para buscar los mínimos de la función, se tiene que el valor de  $x$  que anula la primera derivada es

$$x = \frac{\sigma_2^2 - \sigma_1\sigma_2\rho}{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - 2\sigma_1\sigma_2\rho}$$

Obligando a que  $x$  pertenezca al intervalo  $[0,1]$ , ya que estamos considerando una cartera únicamente de activos comprados, se tiene que cumplir que.

$$\left. \begin{array}{l} x \leq 1 \Rightarrow \rho \leq \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \\ x \geq 0 \Rightarrow \rho \leq \frac{\sigma_2}{\sigma_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \rho \leq \frac{\min(\sigma_1, \sigma_2)}{\max(\sigma_1, \sigma_2)}$$

de cada uno de los instrumentos que componen la cartera en la divisa de referencia y se sumarán para obtener el valor de la cartera total.

$$V_T = \sum V_i \cdot FX_i$$

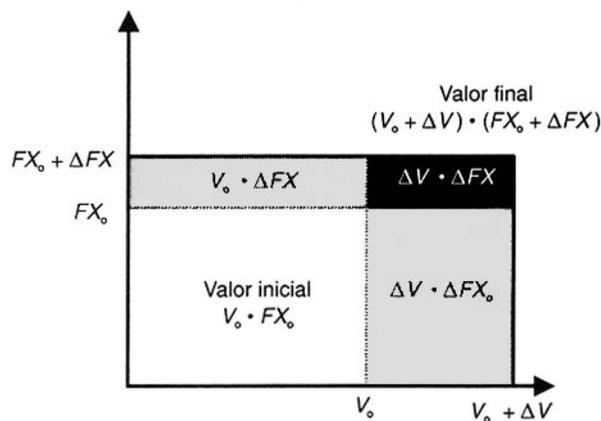
donde  $V_i$  es el valor de mercado del instrumento  $i$  expresado en su divisa y  $FX_i$  el tipo de cambio necesario para pasar de la divisa del instrumento  $i$  a la divisa de referencia.

Por tanto, la variación de valor de la cartera vendrá dada por

$$\Delta V_T = \sum [\Delta V_i \cdot FX_i^0 + (V_i^0 + \Delta V_i) \cdot \Delta FX_i]$$

que, para un instrumento denominado en una divisa diferente a la divisa de referencia, se puede representar como se recoge en la Figura 9-3.

Figura 9-3. Variación de valor por precio y tipo de cambio



Teniendo en cuenta únicamente los efectos de primer orden se tendrá que

$$\Delta V_T = \sum_i [\Delta V_i \cdot FX_i^0 + V_i^0 \cdot \Delta FX_i]$$

de manera que, volviendo al gráfico anterior, para cada instrumento de la cartera se estarían considerando únicamente las áreas sombreadas y se despreciaría el efecto del área en negro.

Así, como puede observarse, la variación de valor de la cartera vendrá dada por la suma de la variación de valor de la cartera suponiendo que el tipo de cambio se mantiene constante más la variación de valor de la cartera suponiendo que los precios de los instrumentos en sus divisas de partida se mantienen constantes.

A partir de este punto se podrían seguir dos caminos diferentes a la hora de analizar el efecto combinado de los precios y el tipo de cambio sobre el comportamiento de la cartera pero que conducirían al mismo resultado final para la cartera:

- Riesgo cambiario por instrumento: Se analizará, para cada uno de los instrumentos, el efecto combinado de un movimiento en el precio de un instrumento y de su tipo de cambio con respecto a la divisa de referencia.
- Riesgo cambiario agrupado por divisa: Se analizará por separado el efecto de los movimientos de los precios de los instrumentos y del tipo de cambio, combinándose posteriormente. Así, para cada uno de los instrumentos, se analizará el efecto de un

movimiento en los precios suponiendo que el tipo de cambio se mantiene constante. Para tener en cuenta el riesgo de cambio se analizará el efecto sobre el valor de mercado de la cartera total de un movimiento en los tipos de cambio de las divisas de los instrumentos que componen la cartera. Por último se combinarán los dos factores a través de las correlaciones existentes.

Independientemente del camino escogido para realizar el análisis, el resultado final obtenido para medir el riesgo de la cartera será idéntico. En el primer caso, se estaría analizando cada uno de los instrumentos de la cartera como si fueran instrumentos expresados en la divisa de referencia, mientras que en el segundo caso los instrumentos se analizan en su divisa y posteriormente se analiza el efecto total que tendría un movimiento de los tipos de cambio sobre la cartera total.

Como es lógico, cada alternativa proporciona información diferente sobre los riesgos a los que se encuentra expuesta la cartera. Así, según el primer planteamiento, se estaría analizando la contribución de cada instrumento al riesgo, de manera que se conocería directamente el efecto que tendría un determinado instrumento sobre el riesgo global de la cartera, pero no se conocería de manera directa, por ejemplo, el efecto que sobre toda la cartera tendría un movimiento en los tipos de cambio. Con el segundo enfoque se estaría aislando la contribución de los distintos factores de riesgo a los que se encuentra expuesta la cartera, lo que permitiría comprender mejor el efecto que el movimiento de las distintas variables de mercado tendría sobre el valor de la cartera. Así, sería posible realizar coberturas globales que neutralizaran el efecto de un determinado factor de riesgo, pero no se conocería directamente el efecto de eliminar la posición en un determinado instrumento.

### Riesgo cambiario por instrumento

La primera alternativa era analizar la exposición de cualquier instrumento desde el punto de vista de la divisa de referencia. Así, se combinaría el efecto de un movimiento en los precios locales y un movimiento en los tipos de cambio para obtener el movimiento del precio si éste estuviera expresado en la divisa de referencia. Partiendo de la expresión para la variación de valor de la cartera del apartado anterior

$$\Delta V_T = \sum_i V_i^0 \cdot FX_i^0 \cdot \left[ \frac{\Delta V_i}{V_i^0} + \frac{\Delta FX_i}{FX_i^0} \right]$$

Definiendo el peso de cada instrumento en la cartera como su valor de mercado dividido por el valor de mercado total de la cartera, expresados ambos en la divisa de referencia, se tendrá que

$$\omega'_i = \frac{V_i^0 \cdot FX_i^0}{V_T^0}$$

$$\frac{\Delta V_T}{V_T^0} = \sum_i \omega'_i \cdot \left[ \frac{\Delta V_i}{V_i^0} + \frac{\Delta FX_i}{FX_i^0} \right]$$

Por tanto, la contribución de cada instrumento a la rentabilidad de la cartera total vendrá dada por la suma de la rentabilidad asociada al propio instrumento más la rentabilidad por las

variaciones en el tipo de cambio, ponderando ambos sumandos por el peso del instrumento en el valor total de la cartera. Por tanto, la rentabilidad de la cartera podrá expresarse como

$$r_T = \sum \omega'_i \cdot r'_i$$

donde el retorno asociado a un instrumento desde el punto de vista de la divisa de referencia es igual a la suma del retorno asociado al instrumento en la divisa local más el retorno asociado al tipo de cambio entre ambas divisas:

$$r'_i = \frac{\Delta V_i}{V_i^0} + \frac{\Delta FX_i}{FX_i^0} = r_i + r_{FX_i}$$

Para determinar la volatilidad de la cartera será necesario determinar las volatilidades de las rentabilidades expresadas en la divisa de referencia ( $r'$ ) y las correlaciones entre estas, aplicando a continuación las mismas expresiones que para el caso de una cartera en una única divisa.

Teniendo en cuenta que el retorno asociado a un instrumento denominado en la divisa de referencia es igual a

$$r'_i = r_i + r_{FX_i}$$

Entonces, la volatilidad de la cartera se podrá expresar como:

$$\sigma_T'^2 = \sum \omega_i'^2 \sigma_i'^2 + \sum \sum \omega_i' \omega_j' \rho_{ij}' \sigma_i' \sigma_j'$$

donde:

$$\begin{aligned} \sigma_i'^2 &= \sigma_i^2 + \sigma_{FX_i}^2 + 2\rho_{i,FX_i} \sigma_i \sigma_{FX_i} \\ \rho_{i,j}' &= \frac{1}{\sigma_i' \sigma_j'} \left[ \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j + \rho_{i,FX_j} \sigma_i \sigma_{FX_j} + \rho_{FX_i,j} \sigma_{FX_i} \sigma_j + \rho_{FX_i,FX_j} \sigma_{FX_i} \sigma_{FX_j} \right] \end{aligned}$$

## RIESGO CAMBIARIO AGRUPADO POR DIVISA

La segunda alternativa expresada consistía en analizar la contribución de cada uno de los factores de riesgo al riesgo de la cartera global. Así, teniendo en cuenta que la variación a la que pudiera verse sometido el tipo de cambio de una divisa será la misma para todos los instrumentos denominados en ella, se definirá  $VD_d^0$  como la suma de todos los valores de mercado de los instrumentos denominados en la divisa  $d$ :

$$VD_d^0 = \sum V_i^0, \quad \text{para todos los instrumentos denominados en la divisa } d.$$

Así, la expresión:

$$\Delta V_T = \sum_i \left[ \Delta V_i \cdot FX_i^0 + V_i^0 \cdot \Delta FX_i \right]$$

se dividirá en dos términos

$$\Delta V_T = \sum_i [\Delta V_i \cdot FX_i^0] + \sum_d [VD_d^0 \cdot \Delta FX_d]$$

De esta forma se separaría la variación de valor de la cartera en el efecto de un movimiento en los valores locales de cada instrumento y por otro en el efecto, sobre la cartera total, de un movimiento en los tipos de cambio respecto de la divisa de referencia.

Definiendo el peso de cada instrumento en la cartera como su valor de mercado dividido por el valor de mercado total de la cartera, expresados ambos en la divisa de referencia

$$\omega'_i = \frac{V_i^0 \cdot FX_i^0}{V_T^0}$$

y definiendo el peso de cada una de las divisas en el valor de mercado total de la cartera:

$$v'_d = \frac{VD_d^0 \cdot FX_d^0}{V_T^0}$$

la variación relativa en el valor de la cartera podría expresarse como:

$$\frac{\Delta V_T}{V_T^0} = \sum_i \omega'_i \cdot \frac{\Delta V_i}{V_i^0} + \sum_d v'_d \frac{\Delta FX_d}{FX_d^0}$$

de forma que la tasa de retorno sería igual a:

$$r_T = \sum_i \omega'_i \cdot r_i + \sum_d v'_d \cdot r_{FX_d}$$

De esta forma se analizarían por separado los efectos de un movimiento en los precios locales y de un movimiento en los tipos de cambio.

Generalizando la expresión anterior para la tasa de retorno de la cartera se tendría que

$$r_T = \sum W_k \cdot R_k$$

de manera que la volatilidad de la cartera en la divisa de referencia se calcularía a partir de las expresiones del apartado correspondiente (p. 229).

### Capital en riesgo diario de una cartera multidivisa

Para calcular el CER de la cartera únicamente habría que sustituir la volatilidad calculada en los apartados anteriores y emplear la tasa libre de riesgo de la divisa que se haya seleccionado como referencia. Así,

$$CER_{cartera} = \frac{|V_T| \cdot k \cdot \sigma'_{diaria}}{1 + z_{LR} T_{diario}}$$

donde la volatilidad diaria se obtendría dividiendo la anual por la raíz cuadrada de 250.

### Ejemplo

Supongamos de nuevo la cartera del ejemplo anterior (p. 231), pero los pesos y los reales, en lugar de mantenerlos como posiciones *cash* se invierten en activos denominados en estas divisas. En nuestro ejemplo estos activos serán una cartera de acciones que repliquen el índice de la bolsa de México y el índice de la bolsa de São Paulo (Bovespa).

Composición de la cartera					
Activo	Divisa	Valor en US\$	%	FX (\$ local/US\$)	Valor en \$ local
S&P500	US\$	100.000	50,0	1,000	US\$ 100.000
Bolsa México	Pesos	75.000	37,5	8,125	Pesos 609.375
Bovespa	Reales	25.000	12,5	1,112	Reales 27.800

La divisa de referencia será US\$. Por tanto, la cartera tendrá la composición que se muestra en el cuadro anterior.

Para poder realizar los cálculos de capital en riesgo necesitaremos conocer las volatilidades asociadas a los índices de México y Brasil. En este caso, por ausencia de volatilidades implícitas emplearemos volatilidades históricas. Así, para las series de ambos índices se obtendrían las siguientes volatilidades:

Volatilidad (%) según número de datos utilizadas		
Número de datos	Bolsa de México	Bovespa
20	29	46
40	55	81
60	46	67
80	42	65
100	39	60

Suponiendo que la incertidumbre de los últimos 3 ó 4 meses (60 a 90 días hábiles) es la más representativa de la situación actual se considerarán como estimadores de volatilidad futura de la Bolsa de México y el índice Bovespa el 45% y el 65%, respectivamente.

En este punto ya se podrían calcular los CER diarios expresados en moneda local para un intervalo de confianza del 99,87%

### Medidas de riesgo en moneda local

Activo	Volatilidad (%)		CER en \$ local
	Anual	Diaria	
S&P500	20	1,265	US\$ 3.794
Bolsa México	45	2,846	Pesos 52.006
Bovespa	65	4,111	Reales 3.427

Una vez analizados cada uno de los instrumentos en su divisa local es necesario considerar su efecto combinado teniendo en cuenta las volatilidades de los tipos de cambio. Como se ha visto (p. 235 y ss.) la volatilidad de la cartera global se puede obtener por dos caminos: analizando el riesgo de cada instrumento y de los tipos de cambio por separado, o analizando cada uno de los instrumentos como si estuviera expresado en US\$. Independientemente del camino elegido será necesario conocer la matriz completa de volatilidades y correlaciones.

Procediendo como en el ejemplo anterior (p. 231), empleando las series históricas para la estimación de las correlaciones entre todos los activos se llegaría a la siguiente matriz de volatilidades–correlaciones donde las volatilidades son los estimadores que se han ido definiendo a lo largo del ejemplo y las correlaciones se han medido sobre las rentabilidades de los instrumentos en su propia divisa.

### Matriz de volatilidades y correlaciones (datos en %)

	Volatilidades	S&P500	Bolsa México	Bovespa	Pesos	Reales
S&P500	20	100	87	75	75	-2
Bolsa México	45		100	73	77	-7
Bovespa	65			100	70	10
Pesos	18				100	10

#### • Análisis por divisas

Según este método se tomaría por separado la contribución de cada uno de los instrumentos (sin tener en cuenta el movimiento de los tipos de cambio) y de cada una de las divisas al valor de la cartera. Así, dadas las contribuciones de cada una de las posiciones, el cuadro siguiente muestra el CER diario asociado a cada una de ellas.

### CER diario sin efecto de tipo de cambio

	Valor	Ponderación (%)	Volatilidad diaria	CER (US\$)
S&P500	100.000	50,0	1,26%	3.794
Bolsa México	75.000	37,5	2,85%	6.401
Bovespa	25.000	12,5	4,11%	3.082
Pesos	75.000	37,5	1,14%	2.560
Reales	25.000	12,5	0,13%	95

Sin embargo, estos cálculos de CER no tendrían en cuenta el efecto combinado de un movimiento en los precios y un movimiento en los tipos de cambio. Así, el CER obtenido para

la Bolsa de México representaría la máxima pérdida posible sin tener en cuenta los movimientos del peso frente al dólar, sino únicamente la evolución del índice bursátil, y el CER asociado a los pesos representaría las máximas pérdidas posibles debidas a un movimiento en el tipo de cambio del peso contra el dólar, suponiendo que las cotizaciones de todos los instrumentos denominados en pesos no sufrieran variación.

Por tanto, el siguiente paso sería analizar el comportamiento global de la cartera ante movimientos tanto de los precios locales como de los tipos de cambio. Así, aplicando los coeficientes de ponderación indicados en la tabla anterior a la matriz de volatilidades y correlaciones se tendría que la volatilidad de la cartera sería igual al 38,3%, de manera que el CER diario de toda la cartera será igual a US\$ 14.532:

$$CER_{diario}^{cartera} = \frac{200.000 \cdot 3 \cdot \frac{38,3\%}{\sqrt{250}}}{(1 + 0,055)^{\frac{1}{365}}} = \text{US\$ } 14.532$$

#### • Análisis por instrumento

En el punto anterior se habrían separado los efectos debidos al precio y a los tipos de cambio. Otra opción posible sería analizar cada uno de los instrumentos desde el punto de vista de la divisa de referencia. Así, la volatilidad del activo expresado en la divisa de referencia sería:

$$\sigma_i'^2 = \sigma_i^2 + \sigma_{FX_i}^2 + 2 \cdot \rho_{i,FX_i} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_{FX_i}$$

y las volatilidades expresadas en US\$ y los CER diarios para cada uno de los activos:

CER diario con efecto de tipo de cambio

Activo	Volatilidad en US\$ (%)	Volatilidad diaria (%)	CER (US\$)
S&P500	20	1,26	3.794
Bolsa México	60	3,79	8.533
Bovespa	65	4,12	3.094

Estos cálculos de CER combinarían la pérdida posible por variación en las cotizaciones y por movimientos en el tipo de cambio. Así, comparando el CER de la Bolsa de México, este se habría incrementado desde US\$ 6.401 hasta US\$ 8.533, debido a que el primero estaba considerando que no había variación en los tipos de cambio.

Para calcular el CER de la cartera total sólo queda por determinar la matriz de correlaciones ajustadas a US\$ de los activos que componen la cartera. Así, teniendo en cuenta que:

$$\rho'_{i,j} = \frac{1}{\sigma_i' \sigma_j'} \left[ \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j + \rho_{i,FX_j} \sigma_i \sigma_{FX_j} + \rho_{FX_i,j} \sigma_{FX_i} \sigma_j + \rho_{FX_i,FX_j} \sigma_{FX_i} \sigma_{FX_j} \right]$$

la matriz de correlaciones ajustadas a US\$ será la siguiente.

### Matriz de correlaciones en US\$

	Coeficiente de correlación (%)		
	S&P500	Bolsa de México	Bovespa
S&P500	100	88	75
Bolsa México	88	100	75
Bovespa	75	75	100

Por tanto, la volatilidad de la cartera en US\$ se calculará teniendo en cuenta el peso en US\$ de cada uno de los activos, y será igual al 38.3%,

$$\text{Volatilidad} = 38,3\%$$

de manera que el CER diario de toda la cartera será igual a US\$ 14.532:

$$\text{CER}_{\text{diario}}^{\text{cartera}} = \frac{200.000 \cdot 3 \cdot \frac{38,3\%}{\sqrt{250}}}{(1+0,055)^{\frac{1}{365}}} = \text{US\$ } 14.532$$

llegándose exactamente al mismo resultado que en el caso de agrupación del riesgo cambiario en una posición por divisa.

### Técnicas de simulación

Al inicio de este capítulo se planteaba la posibilidad de determinar el mapa de riesgo de una cartera según dos alternativas, analítica y numérica. La primera de ellas se ha presentado en la sección anterior, en la que se calcularon las medidas de riesgo de una cartera suponiendo que los factores de riesgo de los que depende su valor se comportan como una variable aleatoria normal. Así, la determinación de la volatilidad de la cartera se realiza a través del empleo de las matrices de correlaciones y volatilidades asociadas a dichos factores de riesgo. El hecho de contar con expresiones matemáticas cerradas permite una mayor riqueza en los análisis a realizar y requiere de menor potencia de cálculo. Sin embargo, este enfoque obliga a adoptar hipótesis simplificadoras, que en ocasiones pueden no reflejar correctamente el riesgo que introduciría un determinado instrumento.

Como alternativa al enfoque analítico estaría la posibilidad de realizar simulaciones numéricas, suponiendo unos determinados modelos de comportamiento de los factores de riesgo básicos. Así, se genera el mapa real de pérdidas y ganancias agregando el nivel de beneficios o pérdidas asociado a cada uno de los escenarios de las simulaciones. De esta forma, se podría analizar el comportamiento de instrumentos complejos, pero cuyo valor depende de factores de riesgo básicos, o evitar la adopción de hipótesis simplificadoras, tales como eliminar el término cruzado al analizar el riesgo de cambio o suponer comportamiento normal en lugar de lognormal.

En este apartado se considerarán dos alternativas posibles para realizar estas simulaciones según se suponga un patrón de comportamiento para el futuro o se tome la información de la evolución combinada de todos los factores de riesgo en el pasado.

- **SIMULACIONES DE MONTE CARLO:** Se supondrá un modelo de comportamiento para cada uno de los factores de riesgo y para las relaciones de dependencia con el resto de factores. Una vez elegido, se generarán escenarios basados en el modelo de comportamiento conjunto, que conducirán a una pérdida o un beneficio. La combinación de todos ellos da lugar al mapa de pérdidas y ganancias.
- **SIMULACIÓN HISTÓRICA:** Según esta técnica, en lugar de tratar de convertir la información pasada en un modelo de comportamiento parametrizable, se tomarán como escenarios futuros cada uno de los escenarios de variación de los factores de riesgo que tuvieron lugar en la historia considerada. De esta forma, no es necesario adoptar ninguna hipótesis sobre el modelo de comportamiento, al estar tomándose como escenario las variaciones que realmente tuvieron lugar un determinado día para todos los factores de riesgo.

## SIMULACIONES DE MONTE CARLO

Como se indicó al inicio del capítulo, el objetivo final es la obtención de la distribución de probabilidad asociada a la cartera y a cada uno de los instrumentos, y para ello pueden seguirse dos enfoques, el *analítico* y el *numérico*. Los puntos anteriores se han centrado en el primero de ellos, mientras que en este se considerará el segundo mediante el empleo de simulaciones de Monte Carlo.

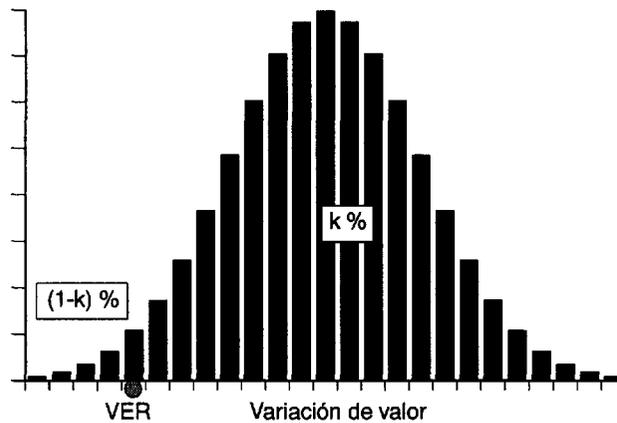
En el enfoque analítico se parte de dos hipótesis principales con objeto de simplificar la formulación y ganar potencia de análisis:

- La tasa de retorno diaria sigue una distribución normal.
- En el caso de varias divisas se eliminan los términos cruzados, esto es, la variación de valor debida a una variación simultánea en el valor local del instrumento y en el tipo de cambio de su divisa con respecto a la divisa de referencia.

El enfoque numérico evita la necesidad de la segunda hipótesis y permite sustituir la primera por la hipótesis de lognormalidad de los precios (normalidad de la tasa continua, no de la diaria). El proceso que se seguiría es:

- Para cada una de las variables que afectan al valor de la cartera se generarán caminos que modelen su evolución a lo largo del tiempo y tengan en cuenta las relaciones de dependencia entre éstas (coeficientes de correlación).
- Para cada instrumento y para cada camino, una vez simulado su valor final en el horizonte de tiempo considerado, se calculará la variación de valor total  $S_T - S_0$  y se le aplicará a la posición real en dicho instrumento, obteniéndose la variación de valor del instrumento considerado.
- A partir de todas las variaciones de valor obtenidas se construirá la distribución de probabilidades asociada a la variación de valor del instrumento o la cartera, teniendo en cuenta que todos los caminos son equiprobables.
- Una vez generada la distribución de probabilidades se determinará el capital en riesgo de la cartera a partir de las expresiones expuestas al inicio del documento.

Figura 9-4. VER y mapa de pérdidas y ganancias



El VER se expresa habitualmente en valor absoluto, de manera que

$$\text{probabilidad} (\text{Valor}_{\text{inicial}} - \text{Valor}_{\text{final}} > \text{VER}) = 1 - k$$

### Simulaciones para un único instrumento

Según se indicó en el apartado sobre el comportamiento de los precios, la teoría clásica parte de que los precios se comportan según una distribución lognormal, por lo que la tasa de retorno continua se comporta como una distribución normal.

Por tanto, para muestrear el comportamiento de los precios se muestreará la tasa de retorno continua en un periodo de tiempo determinado y se seguirá el siguiente procedimiento para cada uno de los caminos que se desee simular:

- Se dividirá el periodo de tiempo considerado en  $n$  intervalos, de manera que para cada camino se tendrán que realizar  $n$  muestras.
- Se tomarán muestras aleatorias de una variable que se comporte como una variable normal de media 0 y desviación típica 1. Para ello, se tomarán 12 muestras aleatorias independientes entre 0 y 1 y se construirá la variable

$$x = \sum_{i=1}^{12} z_i - 6$$

donde  $x$  será la muestra aleatoria de la variable normal.

- Se definirá la tasa de retorno para el intervalo considerado como la suma de la tasa esperada asociada al intervalo más una inesperada, que dependerá del valor de la muestra anterior ( $x$ ) y de la volatilidad asociada al intervalo de tiempo fijado. Por tanto,

$$r = r_{\text{esperada}} + \sigma_{\text{intervalo}} \cdot x$$

donde

$$\sigma_{\text{intervalo}} = \frac{\sigma_{\text{periodo}}}{\sqrt{n}}$$

- Se calculará el precio muestreado al final del primer intervalo como

$$P_1 = P_0 \cdot e^r$$

- Se repetirá el proceso  $n$  veces hasta obtener el precio del instrumento al final del periodo considerado

$$P_1 = P_0 \cdot e^{r_1}$$

$$P_2 = P_1 \cdot e^{r_2}$$

...

$$P_n = P_{n-1} \cdot e^{r_n}$$

- Una vez obtenido el precio se calculará la variación de valor asociada al camino como:

$$\Delta \text{valor} = N^\circ \text{títulos} \cdot (P_n - P_0)$$

Este proceso se repetirá tantas veces como caminos se deseen simular, de manera que al final se tendrán tantos valores de pérdidas y ganancias como caminos simulados, y podrá determinarse la distribución de probabilidades asociada a esta población.

Una vez obtenida la distribución se podrá calcular el valor en riesgo buscando el valor de pérdidas y ganancias asociado al intervalo de confianza definido.

### Ejemplo

Para ilustrar el procedimiento anterior se simulará el comportamiento del índice S&P500 y se aplicarán los resultados a una cartera con un valor de US\$ 200.000 que replique el índice, y se comparará con los resultados obtenidos anteriormente empleando la hipótesis de normalidad y las expresiones analíticas.

Para ello, se supondrá que el horizonte de la simulación es un día, y se simularán 5.000 caminos de un único intervalo cada uno, tomándose la misma volatilidad y rentabilidad esperada que en el ejemplo inicial, esto es, una volatilidad anual del 20% y una rentabilidad esperada nula. La cotización actual del índice S&P500 es 969,79.

Por tanto, la volatilidad del periodo será la volatilidad diaria

$$\sigma_{\text{intervalo}} = \sigma_{\text{periodo}} = \sigma_{\text{diaria}} = \frac{20\%}{\sqrt{250}} = 1,265\%$$

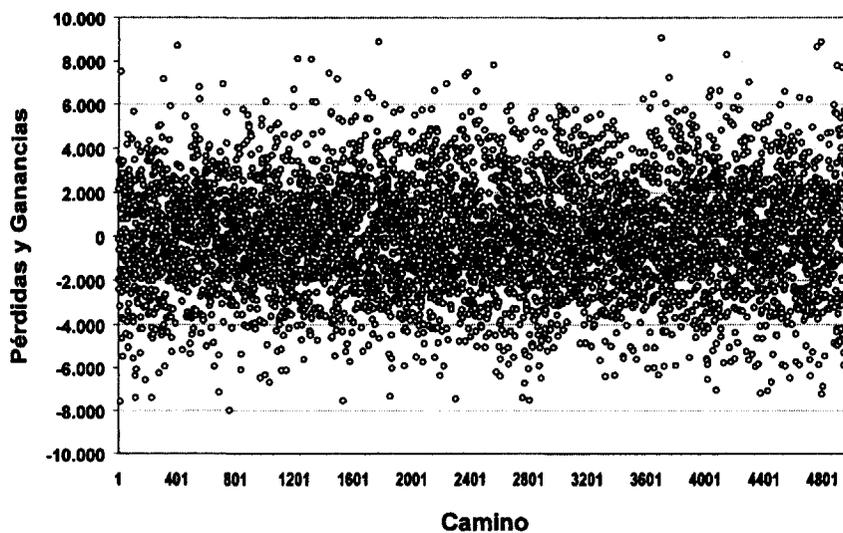
A modo de ejemplo, la tabla siguiente muestra los 10 primeros caminos de los 5.000 de los que constaría la simulación completa.

## Muestra de resultados de la simulación

x	Retorno	Precio final	P&G
-0,78	-0,990%	960,24	-1.970
0,84	1,065%	980,17	2.141
-0,06	-0,070%	969,11	-140
-0,96	-1,210%	958,13	-2.405
-0,25	-0,311%	966,78	-620
1,35	1,711%	986,53	3.451
1,34	1,690%	986,32	3.410
0,99	1,251%	982,00	2.518
0,94	1,192%	981,42	2.398
-1,26	-1,598%	954,42	-3.170

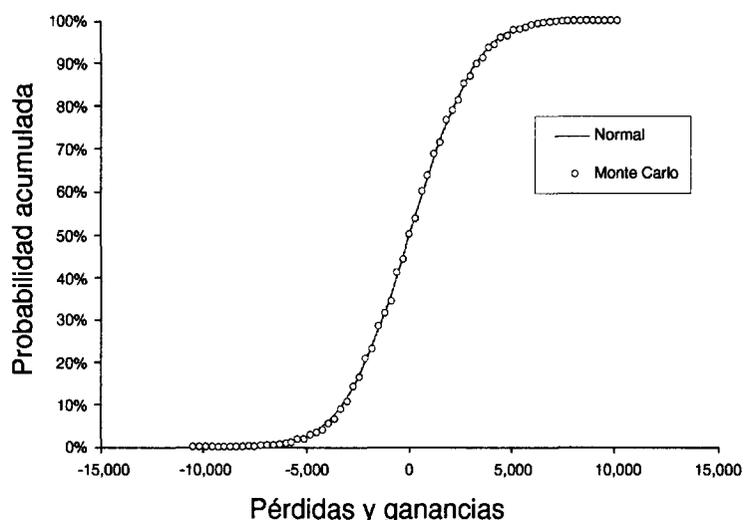
En la Figura 9-5 se muestran todos los valores de pérdidas y ganancias obtenidos para cada uno de los 5.000 caminos simulados.

Figura 9-5 Resultados de la simulación con el método de Monte Carlo



Transformando los datos anteriores en una distribución de probabilidades acumuladas se obtiene el gráfico de la Figura 9-6 donde se compara la distribución de probabilidades obtenida por las simulaciones con la que tendría una distribución normal con una volatilidad anual del 20%. Como puede observarse, el método habría generado adecuadamente la distribución normal, tal y como se pretendía.

Figura 9-6. Distribución de probabilidad de la simulación y de una distribución normal



De la distribución de probabilidades acumulada se obtendrá el valor del CER como el punto en el que la probabilidad acumulada sea 0,13% (lo que supone un intervalo de confianza del 99,87%). La tabla siguiente muestra los valores obtenidos con la simulación y con una distribución normal.

Comparación de la simulación de Monte Carlo		
Modelo	Volatilidad (%)	CER diario (US\$)
Monte Carlo	19,9	7.289
Normal	20,0	7.589

La volatilidad de Monte Carlo es la desviación típica de todas las muestras de tasas de retorno continuas generadas en el modelo.

### Simulaciones para una cartera de varios instrumentos

En el caso de una cartera de varios instrumentos, el procedimiento es idéntico para cada uno de los instrumentos. La única diferencia surgiría en la generación de la muestra de las distribuciones normales. Teniendo en cuenta que las variables no son independientes se tendrán que considerar los coeficientes de correlación entre cada una de ellas. En consecuencia, el procedimiento a seguir variará ligeramente en el inicio a la hora de muestrear cada una de las variables.

Supóngase que la cartera está formada por  $K$  instrumentos. El procedimiento a seguir será el siguiente:

- Se dividirá el periodo de tiempo considerado en  $n$  intervalos, de manera que para cada camino se tendrán que realizar  $n$  muestras.
- Se tomarán  $K$  muestras aleatorias ( $x_k$ ) de una variable que se comporte como una variable normal de media 0 y desviación típica 1 de la misma manera que se indicó para el caso de un solo instrumento.

- Estas  $K$  variables se han generado como si fueran independientes (correlación 0), pero las variables reales están correlacionadas y no son independientes. Por tanto, el siguiente paso será construir las variables reales, que denominaremos  $y$ , como suma ponderada de las anteriores ( $x$ ), donde los coeficientes de ponderación se obtendrán a partir de la matriz de correlaciones. El cálculo de dichos coeficientes se desarrolla en el apéndice referente a muestreo multivariante normal (p. 266).

$$y_k = \sum_1^K c_{ki} \cdot x_i$$

- Una vez obtenidas se procederá de manera individual en cada uno de los instrumentos como en el caso de un único producto, definiendo la tasa de retorno de cada uno de los instrumentos a partir de las nuevas variables  $y$ :

$$r = r_{esperada} + \sigma_{intervalo} \cdot y$$

- Una vez obtenido el precio final de cada uno de los instrumentos se calculará la variación de valor asociada al camino para toda la cartera como:

$$\Delta valor = \sum N^{\circ} \text{títulos}_k \cdot (P_n - P_0)_k$$

Este proceso se repetirá tantas veces como caminos se deseen simular, de manera que al final se tendrán tantos valores de pérdidas y ganancias como caminos simulados, determinándose la distribución de probabilidades asociada a esta población.

Una vez obtenida la distribución se podrá calcular el capital en riesgo buscando el valor de pérdidas y ganancias asociado al intervalo de confianza definido.

### Ejemplo

Al igual que en el caso de un único instrumento, simularemos el comportamiento de las mismas variables empleadas en los ejemplos anteriores de análisis de carteras y se compararán los resultados obtenidos según ambos procedimientos.

Por tanto, se simulará el comportamiento conjunto de los índices S&P500, Bovespa y Bolsa México junto a los tipos de cambio frente al dólar del peso mexicano y el real brasileño. Para ello se partirá de la misma matriz de volatilidades y correlaciones que en los ejemplos analíticos.

**Matriz de volatilidades y correlaciones entre instrumentos (datos en %)**

	Volatilidades	S&P500	Bolsa de México	Bovespa	Pesos	Reales
S&P500	20	100	87	75	75	-2
Bolsa México	45		100	73	77	-7
Bovespa	65			100	70	10
Pesos	18				100	10
Reales	2					100

Al igual que en el ejemplo anterior (p. 246) se tomará como horizonte temporal un día y se simularán 5.000 caminos de un solo intervalo.

Según el procedimiento anterior, en primer lugar se simularán 5 variables aleatorias normales e independientes de media cero y desviación típica uno. Los resultados obtenidos para los 10 primeros caminos son los siguientes.

#### Muestra de la simulación de las variables independientes

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$
-1,59	0,63	-0,29	-0,03	-1,27
0,06	-1,42	-1,49	-0,44	0,33
-0,10	-0,62	0,47	0,05	-2,29
-0,67	-0,38	0,74	-2,23	1,38
-0,71	0,91	0,86	-0,46	-1,27
-0,93	-1,28	0,84	2,21	0,76
1,13	-0,71	-1,00	0,47	1,86
-0,11	-0,64	1,72	-0,33	0,68
-1,44	0,04	1,33	0,65	1,86
-1,07	-0,41	0,84	0,53	-0,08

Sin embargo, como ya se ha indicado estas variables son independientes y hay que corregirlas para obtener las variables que modelizan el comportamiento real de las cotizaciones. Para ello, se calcularán los coeficientes de ponderación que permiten generar las variables correlacionadas según las expresiones que se indican en el apéndice (p. 266), obteniéndose la matriz de transformación siguiente.

#### Coeficientes de ponderación (en %)

	$c_1$	$c_2$	$c_3$	$c_4$	$c_5$
S&P500	100				
México	87	49			
Brasil	75	16	64		
Peso	75	24	16	60	
Reales	-2	-11	21	18	96

Por tanto, aplicando los coeficientes anteriores a las variables independientes obtendremos las variables correlacionadas para los diez primeros caminos.

**Muestra de las variables correlacionadas simuladas**

<b>S&amp;P500</b>	<b>México</b>	<b>Brasil</b>	<b>Pesos</b>	<b>Reales</b>
1,59	-1,07	-1,28	1,07	-1,12
0,06	-0,65	-1,13	0,26	0,39
-0,10	-0,39	0,13	0,18	-2,34
-0,67	-0,77	-0,09	-0,85	0,71
-0,71	-0,17	0,16	-0,09	-1,39
-0,93	-1,44	-0,36	2,19	0,80
1,13	0,63	0,09	-0,25	2,02
-0,11	-0,41	0,92	-0,23	0,16
-1,44	-1,24	-0,23	1,26	1,60
-1,07	-1,13	-0,32	1,08	-0,22

A partir de aquí se seguirá para cada uno de los instrumentos el mismo procedimiento que para el caso de un único instrumento. En primer lugar, se determinará la cotización asociada a cada camino.

**Muestra de la simulación de los precios de los instrumentos**

<b>S&amp;P500</b>	<b>México</b>	<b>Brasil</b>	<b>Pesos</b>	<b>Reales</b>
950,50	4893,95	8977,55	8,22	1,110
970,58	4953,42	9030,82	8,15	1,113
968,56	4989,10	9511,91	8,14	1,109
961,57	4936,00	9426,71	8,05	1,113
961,10	5020,79	9523,44	8,12	1,110
958,50	4843,30	9324,43	8,33	1,113
983,80	5137,35	9498,08	8,10	1,115
968,47	4986,77	9827,91	8,10	1,112
952,24	4870,83	9374,32	8,24	1,114
956,77	4885,67	9336,05	8,23	1,112

Una vez obtenidas las cotizaciones al final de cada camino se calculará para cada uno de los caminos el valor final de la cartera considerada, generándose a continuación la distribución de probabilidades acumuladas, que permitirá determinar el capital en riesgo diario.

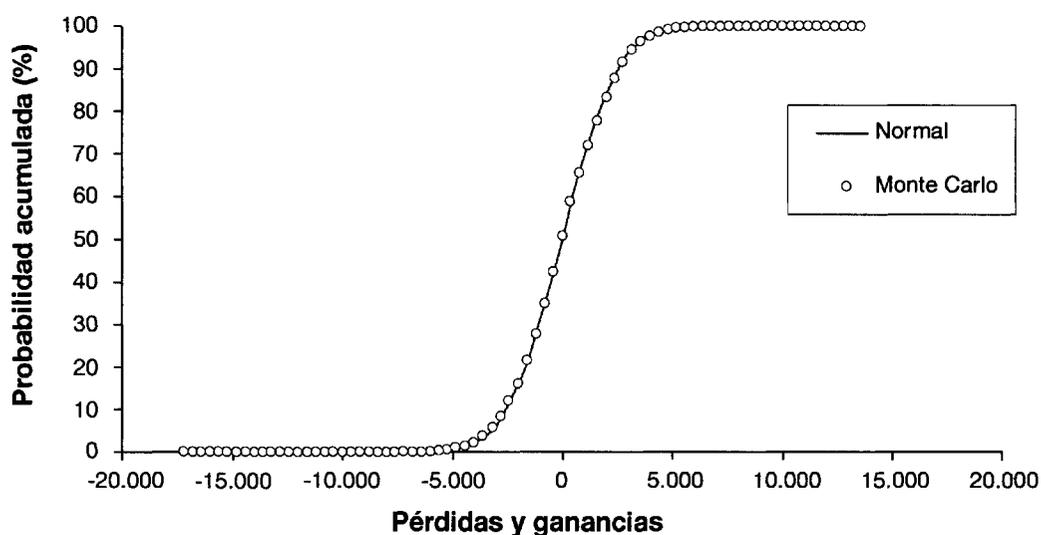
*Cartera 1*

La primera cartera que se analizó con el enfoque analítico estaba compuesta por los activos que se recogen en la tabla siguiente.

Cartera de referencia		
Activo	Valor de mercado (US\$)	Peso (%)
S&P500	100.000	50,0
Pesos	75.000	37,5
Reales	25.000	12,5

Mediante simulación se obtiene la distribución de probabilidades que se muestra en la Figura 9-7.

Figura 9-7. Distribución de probabilidad con el método de Monte Carlo y a partir de una distribución normal



La distribución de la simulación se compara con una distribución normal con volatilidad de 15,7%, que es el valor que se obtuvo analíticamente.

De la distribución de probabilidades acumulada se obtendrá el valor del CER como el punto en el que la probabilidad acumulada sea 0,13% (lo que supone un intervalo de confianza del 99,87%). Los valores obtenidos según la simulación y según la distribución normal son los siguientes.

Comparación de los resultados de la simulación y de la distribución normal		
Modelo	Volatilidad (%)	CER diario (US\$)
Monte Carlo	15,6	5.600
Normal	15,7	5.964

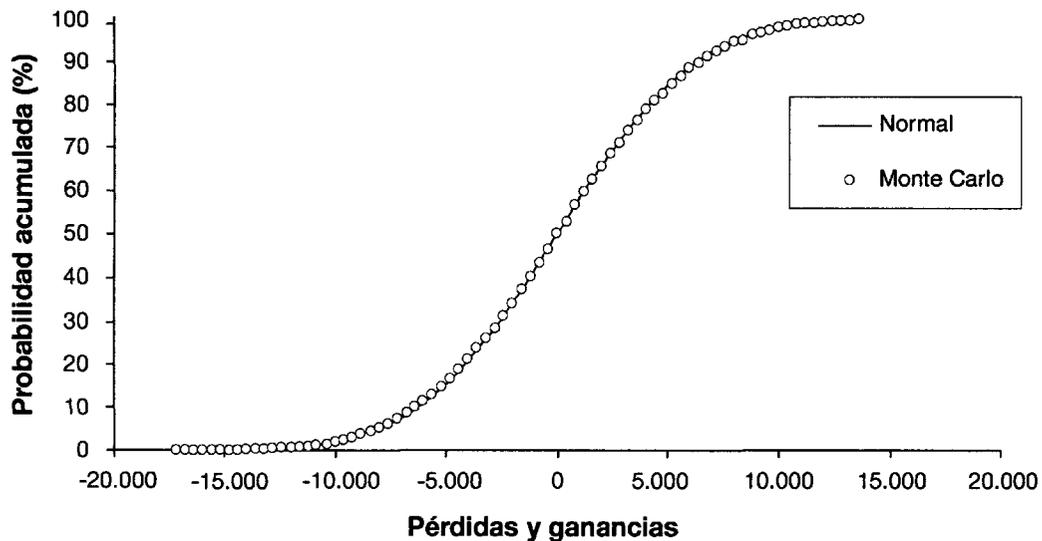
### Cartera 2

La segunda cartera que se analizó con el enfoque analítico estaba compuesta por los activos que se muestran a continuación.

Cartera de referencia					
Activo	Divisa	Valor en US\$	%	FX (\$ local/US\$)	Valor en \$ local
S&P500	US\$	100.000	50,0	1,000	US\$ 100.000
Bolsa México	Pesos	75.000	37,5	8,125	Pesos 609.375
Bovespa	Reales	25.000	12,5	1,112	Reales 27.800

Se procede de manera similar al caso anterior y se obtiene la Figura 9-8.

Figura 9-8. Distribución de probabilidad según la simulación y según la distribución normal



En el gráfico se compara la distribución de probabilidad obtenida con una distribución normal con volatilidad igual al 38,3%, que es el valor que se obtuvo analíticamente.

De la distribución de probabilidades acumulada se obtendrá el valor del CER como el punto en el que la probabilidad acumulada sea igual al 0,13% (lo que supone un intervalo de confianza del 99,87%). Los valores obtenidos según la simulación y según la distribución normal son los siguientes.

#### Comparación de los resultados de la simulación y de la distribución normal

Modelo	Volatilidad (%)	CER diario (US\$)
Monte Carlo	38,1	13.616
Normal	38,3	14.525

En este caso, al estar denominados parte de los activos en divisas distintas de la de referencia, parte de la diferencia, además de deberse al número de simulaciones empleadas, se debe a que las simulaciones consideran los términos cruzados del riesgo cambiario, que no se tienen en cuenta en el enfoque analítico.

### Una aplicación más: análisis de una cartera de opciones

En el caso de contar con carteras de opciones es preciso analizar estas de manera independiente teniendo en cuenta las características especiales que presentan estos instrumentos y que hacen que las hipótesis aceptadas para el resto de instrumentos dejen de ser válidas. Estas características conducirían al desarrollo de modelos muy complejos si se quisieran calcular sus medidas de riesgo según un enfoque analítico.

Así, la metodología que se emplearía en este caso conduciría al empleo de simulaciones que se aplicarían a la cartera de opciones junto con un activo que replicase el comportamiento del resto de la cartera.

La cartera inicial se divide en dos subcarteras:

- Por un lado, se agrupan todas las opciones e instrumentos con opciones junto con las posiciones reales en los instrumentos que les sirven de subyacente. Esta es la subcartera que denominaremos *cartera de opciones*.
- La otra subcartera está formada por el resto de posiciones de la cartera inicial que no están contenidas en la cartera de opciones. A esta la denominaremos *cartera básica*.

El procedimiento que se sigue para determinar el mapa de riesgos total de la cartera es el siguiente:

- El análisis de la cartera básica se realizaría con las metodologías e hipótesis habituales en el análisis de carteras. Así, se considerará la cartera básica como un activo, cuya volatilidad vendría dada por la resultante de aplicar directamente la matriz de covarianzas.
- Adicionalmente, se calcularán las correlaciones existentes entre cada uno de los activos subyacentes de las opciones y la cartera básica. Hasta este punto sólo se estarían analizando instrumentos en los que los efectos de orden superior no serían significativos, de manera que se les aplicarán las metodologías habituales.
- Se construirá una cartera auxiliar que estaría formada por la cartera de opciones más una posición en un activo con el mismo valor y perfil de riesgo que la cartera básica, esto es, con el mismo precio y con la misma volatilidad.
- Se simulará el comportamiento de la cartera auxiliar mediante el método de Monte Carlo sobre los precios de los activos subyacentes y el activo que simula el comportamiento de la cartera básica. Este paso podría realizarse de manera analítica, para lo cual sería necesario desarrollar el precio de las opciones en cada uno de sus componentes, asociarles una distribución de probabilidades y unas correlaciones entre ellas. Como es lógico la segunda alternativa requeriría de un desarrollo técnico muy complejo. Si el volumen de opciones y activos subyacentes no es muy elevado no compensaría realizar el esfuerzo asociado a dicho desarrollo, quedando perfectamente analizada la cartera con el empleo de las simulaciones.
- En el caso de haberse empleado simulaciones, para cada uno de los escenarios obtenidos para los activos subyacentes y el activo que replica la cartera básica, se valoraría

la cartera auxiliar obteniéndose el mapa de pérdidas y ganancias de la cartera inicial pudiéndose calcular sin ningún problema las medidas de capital en riesgo.

La metodología de cálculo necesaria para analizar la cartera básica, determinar las correlaciones entre esta y cada uno de los activos subyacentes y realizar una simulación de Monte Carlo de varias variables ya se expuso en detalle (p. 244 y ss.).

## SIMULACIÓN HISTÓRICA

La metodología para la realización de simulaciones de Monte Carlo (p. 244 y ss.) requiere la modelización previa de los distintos factores de riesgo y de las relaciones entre ellos. Ante esta situación, un planteamiento alternativo sería la realización de una simulación histórica. Esta técnica consiste en considerar que cualquier escenario pasado podría ser un escenario futuro, ya que el movimiento conjunto que tuvieran los factores de riesgo un determinado día estaría determinado por el patrón de comportamiento del conjunto de factores. Por tanto, tomando la serie histórica de escenarios pasados y aplicándosela a la cartera actual se obtendría una serie de escenarios de pérdidas y ganancias, sobre la que se podrían estimar las distintas medidas de riesgo. Así, a partir de esta serie de escenarios se podría determinar su distribución de probabilidades y determinar el percentil asociado al intervalo de confianza deseado, obteniéndose el capital en riesgo de la cartera.

La aplicación de este planteamiento implica la elección de un período histórico que se considere representativo del nivel de riesgo actual. En dicho período histórico puede observarse el valor de la muestra que corresponde a una pérdida que no ha sido excedida más que en el 1% de los días (por ejemplo). Sin embargo, si el período histórico elegido es corto (por ejemplo, 100 días) la pérdida elegida sería el segundo peor resultado y no podría considerarse que otorga realmente una seguridad del 99%, ya que la muestra elegida es sólo una de las series que podrían haber ocurrido en ese período.

Para estimar mejor el nivel de confianza de un cierto nivel de pérdida, puede introducirse una hipótesis adicional: la forma de la distribución teórica de pérdidas y ganancias. Para ello se intentarán ajustar distribuciones teóricas a la muestra de pérdidas y ganancias históricas, determinando los parámetros de dichas distribuciones y pudiendo así asignar probabilidades a cada una de las pérdidas de dicha distribución.

Otra alternativa a analizar en este punto es la estimación de la volatilidad del *mapa de pérdidas y ganancias* y suponer que la cartera se estuviera comportando como una distribución normal para el cálculo del capital en riesgo. Sin embargo, el resultado sería idéntico<sup>23</sup> al obtenido empleando un modelo de volatilidades y correlaciones históricas, con la desventaja de que al realizarlo numéricamente para el conjunto de la cartera se estaría perdiendo la información del comportamiento individual de cada activo y de las relaciones que vienen dadas por las correlaciones.

No obstante, la realización de la simulación histórica permitiría determinar cuál sería la máxima pérdida a la que podría verse sometida la cartera, en caso de que se repitiera el escenario más desfavorable que hubiera tenido lugar en la historia de datos considerada. Por tanto, ésta sería la primera medida de *stress testing* que se estaría asignando a la cartera ana-

<sup>23</sup> En el caso de que los instrumentos que componen la cartera estuvieran denominados en varias divisas el resultado no sería idéntico ya que la simulación histórica permitiría tener en cuenta el efecto de los términos cruzados, que se eliminan cuando se hace uso de la matriz de covarianzas.

lizada. Más adelante (p. 258) se analizan otras alternativas a considerar como medidas de *stress*, que completarían la información de capital en riesgo obtenida por otros procedimientos.

### Ejemplo

Consideremos la cartera que ha venido sirviendo de base para ejemplos anteriores.

Cartera de referencia					
Activo	Divisa	Valor en US\$	%	FX (\$ local/US\$)	Valor en \$ local
S&P500	US\$	100.000	50,0	1,000	US\$ 100.000
Bolsa México	Pesos	75.000	37,5	8,125	Pesos 609.375
Bovespa	Reales	25.000	12,5	1,112	Reales 27.800

La tabla siguiente muestra los retornos diarios que hubiera tenido esta cartera según los escenarios de los últimos 40 días hábiles. Así, al tener únicamente 40 datos, el intervalo de confianza significativo no podría ser superior al 97,5%. En este caso, el percentil asociado es el correspondiente a la máxima pérdida, que sería igual a US\$ 25.350 y que se debería a un retorno negativo del 13,6%.

Si se calculase la volatilidad de los últimos 40 días se obtendría un valor del 50%, de manera que el capital en riesgo asociado sería igual a US\$ 18.959 para un intervalo de confianza del 99,87%, es decir un CER significativamente menor que la máxima pérdida de 25.350.

Por tanto, como ya se ha indicado, se emplearía la simulación histórica como una medida de *stress*, que daría la pérdida asociada a la cartera actual con el peor escenario pasado de la historia considerada.

Así, si se hubieran tomado 100 días de datos, la máxima pérdida seguiría siendo la misma, pero la volatilidad se habría reducido al 35%, lo que significaría un capital en riesgo de US\$ 13.300, para un intervalo de confianza del 99,87%.

## Simulación histórica

Fecha	Brasil	Real	S&P500	México	Peso	Cartera
oct 16, 1997	-2,0%	0,0%	-1,1%	-0,1%	-0,2%	-0,9%
oct 17, 1997	-0,7%	0,0%	-1,2%	-1,2%	-0,1%	-1,2%
oct 20, 1997	1,7%	-0,1%	1,2%	0,7%	-0,4%	1,2%
oct 21, 1997	2,4%	0,0%	1,7%	1,1%	0,1%	1,6%
oct 22, 1997	-0,5%	0,0%	-0,4%	-1,3%	-0,1%	-0,8%
oct 23, 1997	-8,5%	0,0%	-1,9%	-4,6%	-0,1%	-4,3%
oct 24, 1997	-3,0%	-1,0%	-1,0%	-2,8%	-1,1%	-2,4%
oct 27, 1997	-16,2%	0,0%	-7,1%	-14,3%	-7,0%	-13,6%
oct 28, 1997	6,2%	-0,1%	5,0%	11,1%	2,4%	8,1%
oct 29, 1997	-6,2%	0,4%	-0,3%	0,7%	0,0%	-0,7%
oct 30, 1997	-10,3%	0,4%	-1,7%	-3,5%	-1,2%	-4,0%
oct 31, 1997	1,5%	-0,4%	1,2%	0,4%	-0,7%	0,7%
nov 3, 1997	9,3%	0,3%	2,6%	4,3%	3,1%	5,2%
nov 4, 1997	3,9%	0,0%	0,2%	0,1%	-0,9%	0,3%
nov 5, 1997	-2,6%	-0,1%	0,2%	-0,6%	1,3%	0,0%
nov 6, 1997	-5,7%	0,0%	-0,5%	-0,9%	-2,7%	-2,3%
nov 7, 1997	-6,6%	-0,2%	-1,1%	-2,5%	-0,7%	-2,6%
nov 10, 1997	1,9%	-0,2%	-0,7%	-2,6%	0,6%	-0,8%
nov 11, 1997	-3,3%	0,3%	0,3%	-0,4%	1,1%	0,0%
nov 12, 1997	-10,8%	0,0%	-1,9%	-4,3%	-1,6%	-4,5%
nov 13, 1997	3,1%	-0,1%	1,2%	2,6%	-0,4%	1,8%
nov 14, 1997	7,9%	0,0%	1,3%	1,9%	-0,8%	2,6%
nov 17, 1997	3,9%	-0,2%	1,9%	1,2%	1,0%	2,3%
nov 18, 1997	-0,6%	0,2%	-0,8%	0,2%	-0,2%	-0,5%
nov 19, 1997	3,3%	0,0%	0,7%	1,8%	0,1%	1,4%
nov 20, 1997	-1,6%	-0,2%	1,5%	3,2%	0,2%	1,8%
nov 21, 1997	2,5%	-0,1%	0,4%	-2,3%	0,5%	-0,1%
nov 24, 1997	-3,8%	0,0%	-1,7%	1,4%	-0,1%	-0,9%
nov 25, 1997	0,9%	-0,1%	0,4%	2,3%	-0,3%	1,1%
nov 26, 1997	2,4%	0,0%	0,1%	1,2%	0,3%	0,9%
nov 28, 1997	0,2%	0,1%	0,4%	0,4%	0,1%	0,4%
dic 1, 1997	2,7%	0,0%	2,0%	2,8%	0,0%	2,4%
dic 2, 1997	3,2%	0,0%	-0,3%	0,2%	0,5%	0,5%
dic 3, 1997	0,3%	0,0%	0,5%	0,0%	0,5%	0,5%
dic 4, 1997	0,5%	-0,1%	-0,4%	0,1%	-0,1%	-0,1%
dic 5, 1997	0,3%	0,0%	1,1%	-0,4%	0,2%	0,5%
dic 9, 1997	-2,4%	-0,1%	-0,8%	0,0%	-0,0%	-0,7%
dic 10, 1997	-3,9%	-0,1%	-0,6%	-1,3%	-0,2%	-1,4%

## Simulación de situaciones extremas (*stress testing*)

Además de obtener el CER asociado a la cartera actual en base a las estimaciones de volatilidad y correlación efectuadas conviene considerar escenarios de consecuencias desastrosas para la cuenta de resultados asociada a la cartera. Así, podríamos considerar las siguientes alternativas:

- Escenario de correlación unitaria: Este escenario parte de la hipótesis de que todas las variables se moverían conjuntamente en la misma dirección. Esto es, suponiendo una cartera de activos, significaría que todos se mueven de manera homogénea, lo que daría lugar a una matriz de correlaciones cuyos elementos tomarían todos el valor uno.
- Peor CER: Esta alternativa implica repetir los cálculos de CER con las matrices de covarianzas observadas a lo largo de la historia y construir una distribución de probabilidades para el CER. Finalmente, se tomaría el peor en términos absolutos o el que correspondiera a un determinado nivel de confianza.
- Riesgo de crisis: En ciertas economías las cotizaciones de algunos de sus instrumentos se encuentran intervenidas por el Estado, dando lugar a series históricas especialmente estables que conducen a volatilidades casi nulas y CER insignificantes. Sin embargo, es evidente que existe un riesgo muy importante en el caso de que el Estado decida cambiar los parámetros de su intervención o deje fluctuar libremente la cotización de dichos instrumentos. Esto se podría traducir en pérdidas considerables no previstas por el modelo y que tampoco hubiesen sido recogidas por los escenarios anteriores. Por tanto, esta circunstancia requiere una atención especial y el análisis de los indicadores macroeconómicos del país con el objeto de generar nuevos indicadores que permitan predecir la posibilidad de una crisis.
- Escenarios: Se trata de analizar el efecto que tendrían sobre la cartera distintas situaciones desfavorables. Por ejemplo, podría calcularse la variación de valor que tendría la cartera actual ante las variaciones de variables de mercado que tuvieron lugar en el pasado, seleccionando luego la máxima pérdida calculada.

Los escenarios se han desarrollado en una sección anterior (p. 255), mientras que el riesgo de crisis se considera con mayor detalle en el capítulo 10, sobre mercados latinoamericanos. Para la aplicación de los dos primeros escenarios no habría que hacer más que cambiar la matriz de volatilidades y de correlaciones a los nuevos valores y repetir el cálculo del CER. A modo de ejemplo se incluyen a continuación los resultados correspondientes al caso de correlación unitaria.

### EJEMPLO: CORRELACIÓN UNITARIA

Para este ejemplo emplearemos la misma cartera que en el ejemplo de cartera multidivisa, manteniendo las volatilidades e igualando todas las correlaciones a uno.

### Matriz de volatilidades y correlaciones (en %)

	Volatilidades	S&P500	Bolsa México	Bovespa	Pesos	Reales
S&P500	20	100	100	100	100	100
Bolsa México	45		100	100	100	100
Bovespa	65			100	100	100
Pesos	18				100	100
Reales	2					100

De esta forma, aplicando la matriz anterior al análisis de riesgo cambiario por instrumento, la matriz de correlaciones y volatilidades expresadas en US\$ quedaría como se muestra a continuación.

### Matriz de volatilidades y correlaciones en US\$ (en %)

	Volatilidades	S&P500	Bolsa México	Bovespa
S&P500	20	100	100	100
Bolsa México	63		100	100
Bovespa	67			100

Por tanto, la volatilidad de la cartera en US\$ sería igual al 42% y el CER diario de toda la cartera será igual a US\$ 15.936:

$$CER_{diario}^{cartera} = \frac{200.000 \cdot 3 \cdot \frac{42\%}{\sqrt{250}}}{(1 + 0,055)^{\frac{1}{365}}} = \text{US\$ } 15.936$$

Como puede observarse, el CER se incrementa con respecto al cálculo de la sección sobre cartera multidivisa (p. 242) en la que se llegaba a un valor de US\$ 14.532, pero no lo hace de manera significativa debido a la ya alta correlación entre las cotizaciones denominadas en dólares de los activos que componen la cartera, que oscilaba entre 75% y 88%. Sin embargo, en el caso de correlaciones pequeñas o negativas el efecto es sustancialmente mayor.

### Comprobación retrospectiva (*back testing*)

Como se ha visto a lo largo del capítulo, el cálculo de las medidas de rentabilidad-riesgo requiere partir de una serie de hipótesis sobre el modelo de comportamiento de los precios. Por tanto, será necesaria la realización de una serie de pruebas tendentes a comprobar la fiabilidad de los resultados obtenidos y su validez como instrumento eficiente de medición y control del riesgo. Para ello se pueden realizar varias pruebas:

- La primera consiste en realizar un seguimiento de las pérdidas y ganancias del día siguiente, asociadas únicamente a las operaciones consideradas para el cálculo del

CER, frente a los CER calculados cada día. Para ello, sería necesario tener implementado un sistema basado en valores de CER.

- Otra opción es evaluar el comportamiento histórico que hubiera tenido la cartera actual comparando las pérdidas y ganancias históricas en un día con los valores de CER diario que se habrían calculado el día antes.

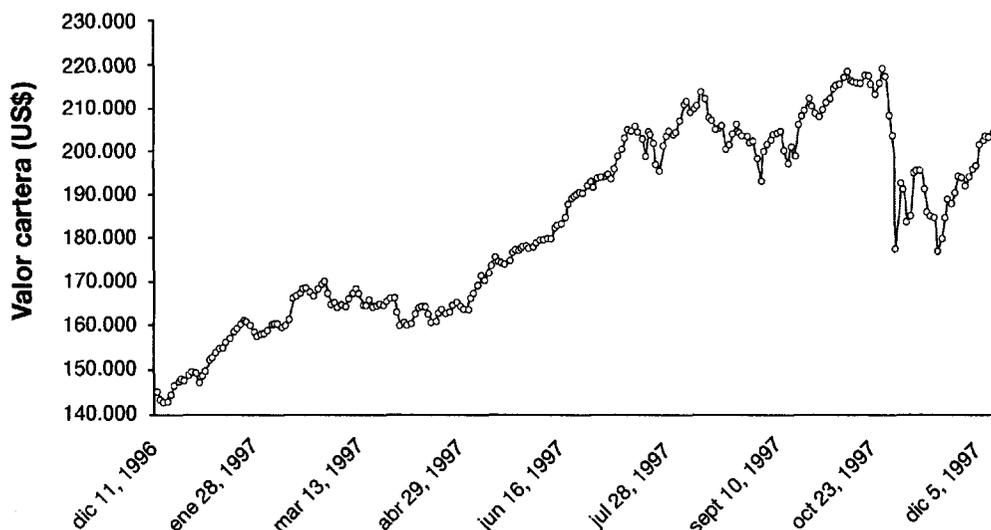
Para el cálculo del CER diario se supone en todos los ejemplos un intervalo de confianza del 99,87%, lo que significa que las pérdidas y ganancias diarias estarán por encima del CER en el 99,87% de las ocasiones.

Supongamos que se analiza el comportamiento de la cartera empleada en los ejemplos anteriores según la segunda de las alternativas.

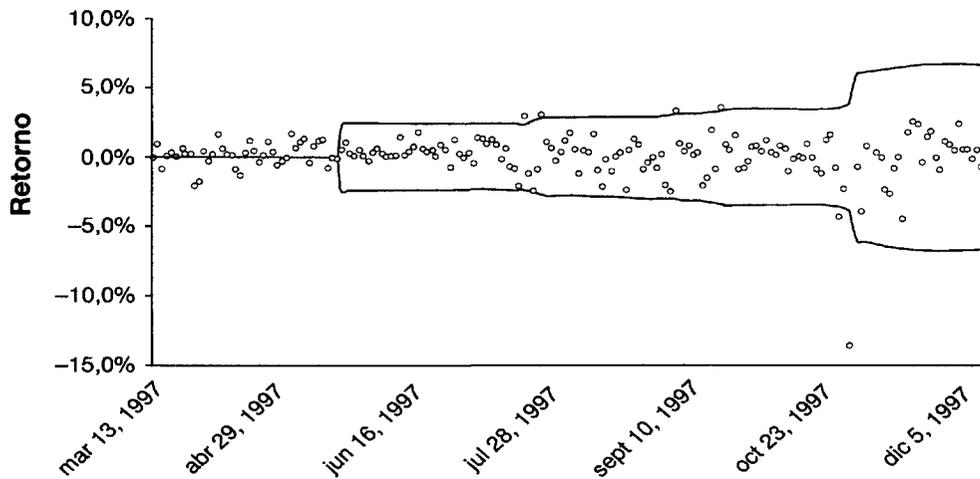
Cartera de referencia					
Activo	Divisa	Valor en US\$	% / FX (\$ local/US\$)		Valor en \$ local
S&P500	US\$	100.000	50,0	1,000	US\$ 100.000
Bolsa México	Pesos	75.000	37,5	8,125	Pesos 609.375
Bovespa	Reales	25.000	12,5	1,112	Reales 27.800

Suponiendo la misma composición actual de la cartera (en número de títulos) se calcularán los valores de cierre históricos que hubiera tenido la cartera, expresados en US\$.

Figura 9-9. Evolución histórica de la cartera



Para comprobar la robustez del modelo calcularemos el CER diario en cada fecha a partir de la volatilidad histórica calculada tomando los últimos 60 datos. Este valor se compara luego contra las P&G del día siguiente. Obtendremos así un gráfico como el de la Figura 9-10, en el que la banda inferior viene dada por el CER, mientras que la superior es el valor simétrico correspondiente y los puntos son las variaciones reales del valor de la cartera.

Figura 9-10. Comprobación retrospectiva (*back testing*)

Como puede observarse, el modelo cubre adecuadamente las máximas pérdidas potenciales en un día. Sin embargo, las pérdidas y ganancias diarias habrían excedido los límites en más ocasiones de las previstas para el intervalo de confianza dado, ya que se supone que sólo se excederían los límites una vez cada 1.000 días. Este hecho tendría dos explicaciones fundamentales:

- Por un lado, el comportamiento real de los precios no es tan *normal* como se supone en los planteamientos analíticos y presenta un fenómeno de *colas anchas* (*fat tails*), lo que significa que la probabilidad de un movimiento extremo es más alta que la que proporciona la distribución normal. De considerarse este efecto, las bandas se ensancharían ligeramente y algunos de los puntos que antes quedaban fuera ahora estarían dentro del rango esperado.
- Aun así, existen puntos que sobrepasan con creces las bandas, lo cual se explicaría por el hecho de que en la historia considerada tuvo lugar una crisis y el modelo no es capaz de anticiparla, hecho especialmente significativo en países emergentes que pueden presentar una alta variabilidad en la volatilidad. En este punto conviene recordar de nuevo los valores empleados para el caso de los reales brasileños, que muestran unas volatilidades históricas para el tipo de cambio muy próximas a cero por estar intervenido el mercado, aunque esto no significa que no pueda haber una devaluación del real. El modelo, tal y como se ha descrito hasta ahora, no es capaz de contemplar este efecto. Así, en base a fuentes de información adicionales se deben corregir los parámetros de riesgo asociados al real brasileño. Este y otros temas similares se tratarán en el capítulo 10 dedicado a las medidas de riesgo en países latinoamericanos.

Adicionalmente, habría que observar que la amplitud de las bandas evolucionase con el comportamiento de los retornos, ya que un error habitual consiste en pensar que las pérdidas en un día no deben superar nunca el límite inferior de CER. Este planteamiento conduce a la sobreasignación de capital, y a una infrautilización de los recursos, cuando realmente el CER debe ser una medida que permita optimizar el bien escaso que son los recursos, junto con el empleo del RORAC. Además, no hay que olvidar que asociado al cálculo del CER estaría el nivel de confianza empleado en su determinación, de forma que no hay un único valor de CER asociado a una cartera, sino que para cada intervalo de confianza tendremos un valor diferente. Evidentemente, cuanto menor sea el nivel de confianza muchas más observaciones caerán fuera del rango.

## Apéndices

### JUSTIFICACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE NORMALIDAD DE PRECIOS

Para el análisis de la exposición de una cartera de instrumentos se supuso que la variación de valor de cada uno de los activos sigue una distribución de probabilidades normal. Si bien la hipótesis no es correcta metodológicamente, ya que en la teoría de comportamiento de los precios de un activo se supone que estos evolucionan de manera lognormal, numéricamente no introduce un error considerable.

Por una parte, a medida que el horizonte temporal se va haciendo más pequeño, más próximos estarán los valores de las tasas de retorno anual y continua, de manera que

$$\ln \frac{V_T}{V_0} \approx \frac{V_T - V_0}{V_0}$$

Por otra parte, el modelo requiere la estimación de una desviación estándar, que suele introducir un error igual o mayor al introducido por el cambio de distribuciones.

Así, suponiendo un intervalo de confianza del 99,87% ( $3\sigma$ ) y un horizonte temporal de un día, la tabla siguiente muestra el VER como porcentaje sobre el valor de mercado de la posición, suponiendo que la tasa continua es normal (VER lognormal) y el VER suponiendo que la rentabilidad diaria es normal (VER normal), ambas con la misma desviación típica.

### Comparación entre las hipótesis de normalidad y lognormalidad

Volatilidad (%)	VER lognormal (%)	VER normal (%)	Error (%)	VN (%)	Error / Vol (%)
2	0,3	0,3	0,16	2,0	8,00
5	0,8	0,8	0,40	5,0	8,00
8	1,2	1,3	0,64	7,9	8,00
10	1,6	1,6	0,80	9,9	8,00
15	2,3	2,4	1,20	14,8	8,00
20	3,1	3,1	1,60	19,7	8,00
30	4,6	4,7	2,40	29,3	8,00
40	6,1	6,3	3,20	38,8	8,00
50	7,6	7,9	4,00	48,1	8,00
60	9,0	9,4	4,90	57,3	8,17
70	10,4	11,0	5,70	66,3	8,14
80	11,8	12,6	6,60	75,2	8,25
90	13,2	14,1	7,40	83,9	8,22
100	14,5	15,7	8,30	92,5	8,30

La columna de volatilidad normal (VN) muestra el valor que debería tener la volatilidad a aplicar a la distribución normal para obtener un VER igual al VER lognormal. Como puede observarse, y dado que la volatilidad es un parámetro a estimar y que no hay un criterio único para su cálculo, el error que se estaría cometiendo en el cambio de distribuciones de probabilidad quedaría diluido en el propio hecho de que la volatilidad no es más que una estimación.

El error cometido cuando las volatilidades se sitúan por encima del 50% llega a alcanzar valores entre el 4% y el 8%. No obstante, las situaciones con volatilidades superiores al 50% son extraordinariamente raras y en ellas el principal problema es la propia estimación de la volatilidad. Por otra parte, para bajas volatilidades parece que la hipótesis funciona con un mayor grado de precisión. Sin embargo, si calculamos el cociente entre el nivel de error y el nivel de volatilidad se observa que este se sitúa alrededor del 8% independientemente de la volatilidad. Por tanto, la hipótesis se comporta por igual para todos los niveles de volatilidad.

Teniendo esto en cuenta y dada la potencia analítica de la distribución normal se considerará como válida en el resto del documento.

### ANUALIZACIÓN POR RIESGO CONSTANTE

Para la anualización de los resultados diarios se supondrá que se sigue el criterio de riesgo constante, de manera que cada día se cierra la posición y se abre una nueva con la misma exposición al riesgo que la del día anterior y el mismo valor de mercado, lo que generará un resultado cada día (véase Figura 9-11).

Figura 9-11. Anualización por riesgo constante



Como es lógico, las pérdidas habrá que financiarlas y los beneficios se podrán reinvertir. Se supondrá que esta acción se realizará hasta el final del año considerado, que el tipo de interés a un día ( $z$ ) se mantiene constante a lo largo del año y que se expresa como un tipo compuesto.

### Resultados esperados y volatilidad anualizada

Por tanto, el resultado asociado al día  $i$  se traducirá en un resultado anual capitalizando durante  $365-i$  días el tipo de interés  $z$ .

$$\text{resultado}_i^{\text{anualizado}} = \text{resultado}_i \cdot (1+z)^{\frac{365-i}{365}}$$

En consecuencia, el resultado anualizado total sería la suma de los resultados diarios anualizados:

$$\text{resultado}^{\text{anualizado}} = \sum_{i=1}^{365} \text{resultado}_i \cdot (1+z)^{\frac{365-i}{365}}$$

Por tanto, el resultado anual queda expresado como la suma de 365 variables aleatorias independientes que tenderían a comportarse como una distribución normal de media igual a la suma de las medias de las distribuciones y varianza igual a la suma de las varianzas.

Teniendo en cuenta que todas las variables *resultado* son idénticas se cumplirá que la media y la volatilidad de las pérdidas y ganancias anualizadas serán<sup>24</sup>:

$$\begin{aligned} \text{resultado}_{\text{esperado}}^{\text{anualizado}} &= \text{resultado}_{\text{esperado}}^{\text{diario}} \cdot \frac{z}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1} \\ \text{Volatilidad}^{\text{anualizada}} &= \text{Volatilidad}^{\text{diaria}} \cdot \sqrt{\frac{250}{365}} \cdot \sqrt{\frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1}} \end{aligned}$$

La corrección por el factor 250/365 se debe a que la volatilidad diaria está expresada en días hábiles y el cálculo de anualización se realiza en días naturales. De esta forma se parte de una volatilidad diaria corregida y se reparte su efecto a todos los días del año (no sólo los hábiles). De hecho, si no se considerase reinversión ( $z=0$ ) la volatilidad anualizada se obtendría directamente de multiplicar la diaria por la raíz de 250.

### Costos financieros anualizados

Para anualizar los costos financieros asociados a la gestión de la posición, como se ha indicado, la gestión parte de la premisa de que cada día se cierra la posición y se abre una nueva con la misma exposición que la anterior y el mismo valor de mercado. Por tanto, todos los días tendremos los mismos costos financieros (o rendimientos en el caso de las posiciones de pasivo), que a su vez habrá que refinanciar. El efecto global de ambas financiaciones se traduce en que los costos financieros anualizados se pueden expresar como<sup>25</sup>:

$$\text{Financiación}^{\text{anualizada}} = V_0 \cdot z$$

<sup>24</sup> Desarrollando los sumatorios que aparecen en ambas expresiones y suponiendo que  $z > 0$ :

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^{365} (1+z)^{\left(\frac{365-i}{365}\right)} &= \sum_{i=0}^{364} \left[ (1+z)^{\frac{1}{365}} \right]^i = \frac{z}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1} \\ \sum_{i=1}^{365} (1+z)^{2\left(\frac{365-i}{365}\right)} &= \sum_{i=0}^{364} \left[ (1+z)^{\frac{2}{365}} \right]^i = \frac{(1+z)^2 - 1}{(1+z)^{\frac{2}{365}} - 1} \end{aligned}$$

Evidentemente, para  $z=0$  el sumatorio es igual a 365.

<sup>25</sup> Desarrollando las premisas anteriores:

$$\text{Financiación}^{\text{anualizada}} = \text{Financiación}^{\text{diaria}} \cdot \left( \frac{z}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1} \right) = V_0 \cdot \left[ (1+z)^{\frac{1}{365}} - 1 \right] \cdot \left( \frac{z}{(1+z)^{\frac{1}{365}} - 1} \right) = V_0 \cdot z$$

## MUESTREO MULTIVARIANTE NORMAL

Para generar muestras de  $k$  variables aleatorias de acuerdo con una distribución multivariante normal se procederá como sigue:

- Se tomarán  $k$  muestras aleatorias ( $x_k$ ) de una variable que se comporte como una variable normal de media 0 y desviación típica 1 de la misma manera que se indicó para el caso de un solo instrumento (véase la sección sobre simulaciones para un único instrumento, en p. 245).
- Estas  $k$  variables se habrán generado como si fueran independientes (correlación 0), pero las variables reales están correlacionadas y no son independientes. Por tanto, el siguiente paso será construir las variables reales, que denominaremos  $y$ , como suma ponderada de las anteriores ( $x$ )

$$y_k = \sum_{i=1}^k c_{ki} \cdot x_i$$

- Los coeficientes de ponderación se obtendrán a partir de la matriz de correlaciones. Para ello se tendrá en cuenta que:
  - Las variables  $y$  tienen una varianza de 1, de manera que:

$$\sum_{i=1}^k c_{ki}^2 = 1$$

- Las variables  $y$  tendrán que mantener los coeficientes de correlación de las variables a muestrear, ya que las variables  $x$  son independientes (correlación nula). Por ello, el coeficiente de correlación entre los elementos  $p$  y  $r$  se obtendrá como:

$$\rho_{pr} = \sum_{i=1}^k c_{pi} c_{ri}$$

- Como puede observarse los  $k-1$  primeros coeficientes son función de los coeficientes de los  $k-1$  anteriores elementos, mientras que el coeficiente  $k$  es función de los  $k-1$  primeros coeficientes. Por tanto, el proceso se iniciará calculando los coeficientes del primer elemento, para después calcular los del segundo y así sucesivamente hasta el último<sup>26</sup>.
- El resultado general final sería una matriz de cambio  $C$  triangular:  $y = C \cdot x$  que verificará que<sup>27</sup>:

$$C \cdot C' = [\rho]$$

<sup>26</sup> Los coeficientes  $c_{ki}$  se calculan a partir de las siguientes expresiones:

- Para  $k \leq 2$ :

$$\begin{aligned} c_{11} &= 1 \\ c_{21} &= \rho_{21} \\ c_{22} &= \sqrt{1 - \rho_{21}^2} \end{aligned}$$

- Para  $k > 2$

$$c_{ki} = \frac{\rho_{ki} - \sum_{j=1}^{i-1} c_{kj} \cdot c_{ij}}{c_{ii}}, \quad \text{para todo } i < k$$

$$c_{kk} = \sqrt{1 - \sum_{j=1}^{k-1} c_{kj}^2}$$

<sup>27</sup> Teniendo en cuenta que la esperanza del producto del vector  $y$  por su traspuesto es igual a la matriz de correlaciones:

$$E[y \cdot y'] = [\rho]$$

y que se pretende expresar las variables  $y$  como combinación de una serie de variables  $x$  normales e independientes, se tendrá que:

$$\begin{aligned} y &= C \cdot x \\ E[y \cdot y'] &= E[C \cdot x \cdot x' \cdot C'] = C \cdot E[x \cdot x'] \cdot C' = C \cdot C' \\ C \cdot C' &= [\rho] \end{aligned}$$

*Página en blanco a propósito*

# Un enfoque para mercados latinoamericanos

## Perspectiva

Las metodologías habituales de medición del riesgo han sido desarrolladas desde mercados desarrollados para instrumentos negociados en dichos mercados, caracterizados por la estabilidad, profundidad y liberalización de su sistema financiero. Por tanto, el intento de utilización directa de estas metodologías en un entorno de mercados latinoamericanos puede conducir, en algunas ocasiones, a la obtención de resultados sin ningún valor real o, simplemente, a la imposibilidad de su empleo por no estar disponible en estos mercados toda la información necesaria.

Por una parte, las características particulares de algunos de los instrumentos de renta fija que se negocian requieren la modificación de las medidas tradicionales de riesgo, como la duración, que las adapten al caso particular de los productos propios de estos mercados. Por ejemplo, los bonos Brady, que surgieron de la reestructuración de la deuda latinoamericana durante la década de los 80, requieren del desarrollo de nuevas metodologías debido a la existencia de garantías del tesoro estadounidense que les confieren un riesgo mixto.

Por otra parte, la falta de mercados organizados en los que se negocien opciones sobre los principales indicadores no permite el empleo de volatilidades implícitas en la medida del riesgo del valor de un negocio, haciéndose necesaria la estimación de la volatilidad a través de series históricas de precios. Sin embargo, el menor desarrollo de estos mercados suele ir acompañado de menor profundidad y liquidez, lo que conduce a la ausencia de cotizaciones fiables que permitan estimar dichas volatilidades históricas.

No obstante, la existencia de series históricas tampoco es garantía de una correcta medida del riesgo asociado a un determinado factor. Así, si se analiza el riesgo cambiario asociado a una posición en activos brasileños o en activos argentinos se observa que la volatilidad histórica del tipo de cambio del real o el peso con el dólar es extremadamente baja. ¿Quiere esto decir que apenas existe riesgo de tipo de cambio? Posiblemente, no. La intervención de las autoridades locales sobre la cotización de su divisa condiciona la medida del riesgo de tipo de cambio. Un giro en la política del gobierno local, una salida de flujos de capital de la zona o la modificación del sistema cambiario vigente para corregir desajustes en la balanza de pagos podrían conducir a una variación en la cotización del tipo de cambio muy superior a lo inicialmente previsto de haberse empleado los estimadores históricos de volatilidad en el cálculo de la exposición.

El objeto de este capítulo es presentar un enfoque en el que se tengan presentes los principales aspectos, algunos ya mencionados, que deberían considerarse a la hora de definir e implantar una estrategia de gestión de riesgos que asuma exposición en factores de riesgo asociados a mercados latinoamericanos. Para ello, se tratarán bajo tres grandes bloques:

- Mercados financieros intervenidos.
- Productos específicos de mercados latinoamericanos.
- Mercados poco líquidos.

En el primer bloque se analizarán las implicaciones que sobre el cálculo de medidas de riesgo presenta el alto grado de intervención al que se ven sometidas, en general, los mercados financieros latinoamericanos. Así, se analizará el efecto que los distintos sistemas cambiarios tendrían sobre el cálculo de la exposición del valor de un negocio y la necesidad de considerar el riesgo de una crisis como una variable adicional del modelo.

En el segundo bloque se analizarán las características específicas de instrumentos propios de mercados latinoamericanos, tales como bonos con garantía, instrumentos a tipo variable con diferenciales elevados y productos vinculados a la inflación.

Por último, se planteará un modelo de estimación de parámetros de riesgo para aquellos instrumentos, tanto acciones como renta fija, que se negocien en mercados poco líquidos.

En este punto conviene señalar de nuevo que las metodologías expuestas a continuación están basadas en aproximaciones e hipótesis razonables y que se presentan como una alternativa posible para la solución de la problemática particular de América Latina y el Caribe, pero que en ningún caso deben considerarse como “reglas absolutas”, sino como una guía en la que basar las medidas de riesgo asociadas a la entidad. La decisión final sobre las metodologías a implantar corresponderá a los gestores de la entidad y dependerá tanto de su situación particular como de la del entorno en la que opera.

## Riesgo cambiario

Una de las características principales de los mercados financieros menos desarrollados es el alto grado de intervención por parte de las autoridades locales, en su esfuerzo por mantener estable la economía. Esta situación conduce a que algunos de los factores de riesgo que determinan la exposición de los negocios que operan en este entorno no pueden considerarse como variables de mercado “puras”, determinadas por las fuerzas de la oferta y la demanda, sino que se encuentran intervenidas y, como tales, son dependientes de las decisiones de los gobiernos locales. Sin embargo, no hay que olvidar que algunos de los factores asociados a mercados más desarrollados también estarían sujetos a este tipo de consideraciones. Es el caso de los tipos de cambio de las divisas incorporadas al sistema monetario europeo o, incluso, las cotizaciones del dólar con el yen o el marco. No obstante, existe una diferencia fundamental ya que las intervenciones en estos casos representan una parte no muy significativa del mercado y van acompañadas de medidas tendentes a aumentar la credibilidad ante los agentes del mercado.

Estas circunstancias condicionan de manera significativa el tratamiento que debe darse a los riesgos asumidos en las economías latinoamericanas a la hora de aplicar las medidas de riesgo basadas en el concepto de capital en riesgo. Es importante señalar que la problemática no surge al intentar aplicar el concepto, sino al intentar aplicarlo con las mismas hipótesis que para los mercados desarrollados, en los que se supone que las rentabilidades del mercado se comportan según una variable aleatoria normal.

Volviendo al concepto general de capital en riesgo, este se define como el mínimo capital que garantiza que no se producirá una quiebra en el periodo considerado y para un determinado nivel de confianza. Para calcularlo se parte del mapa de riesgo global, definido por las probabilidades asociadas a cada uno de los escenarios posibles de pérdidas y ganancias, y se busca el punto asociado al citado intervalo de confianza. Hasta este momento no se ha hecho mención expresa sobre el tipo de distribución estadística que tendría el mapa de riesgo global.

Cuando se aplica el modelo a mercados desarrollados en los que las variables evolucionan libremente, la teoría del comportamiento de los precios parte de que las rentabilidades instantáneas se comportan como una variable aleatoria normal, lo que se traduce en la hipótesis de que la variación de valor de un instrumento o cartera de instrumentos también sigue una distribución normal. Esto permite calcular de una forma sencilla y analítica el capital en riesgo a partir de las volatilidades y correlaciones asociadas a la cartera. Sin embargo, cuando las variables se encuentran intervenidas la evolución de dichas variables de mercado ya no tiene esa componente de aleatoriedad y de libertad que permitiría que se pudiera partir del supuesto de normalidad. No obstante, esto no significa que no se puedan seguir aplicando los conceptos de capital en riesgo y mapa de riesgo sino que habría que calcularlos de otra forma, ya que siguen siendo necesarios para combinar los riesgos provenientes tanto de mercados desarrollados como de mercados emergentes de una forma homogénea.

Por tanto, los factores de riesgo se considerarán pertenecientes a dos grandes grupos:

- Factores de riesgo no intervenidos, en los que se aplicarían directamente las mismas hipótesis que para los factores de riesgo de mercados desarrollados
- Factores de riesgo intervenidos, en los que sería necesario incluir cierta información adicional en el modelo para contemplar la posibilidad de un cambio en los parámetros que definen el régimen de intervención y modificar convenientemente la metodología del modelo para tener presente este efecto. En este capítulo se considerarán únicamente como factores de riesgo intervenidos los asociados al tipo de cambio.

No obstante, esta distinción debe realizarse únicamente en caso de que existan indicios o expectativas de un cambio en las condiciones en las que se encuentren los factores de riesgo intervenidos, tales como una devaluación brusca, un cambio en el ritmo de depreciación respecto al dólar, una ampliación de las bandas de fluctuación o el paso de un tipo de cambio fijo a un tipo de cambio variable. Si la probabilidad de que se dé este nuevo escenario es prácticamente nula (en el intervalo de tiempo considerado) se tratarán todos los factores de riesgo como no intervenidos y se aplicará la misma metodología que en el caso de mercados desarrollados.

Es importante indicar que los indicios o expectativas que pudieran conducir a replantear el modelo podrán estar originados tanto por información disponible en el mercado y recogida en los precios de los instrumentos que se negocian, como por análisis internos, siendo estos últimos en los que deben centrarse los esfuerzos de la entidad, especialmente por su utilidad para generar beneficios mediante la toma de posiciones. Así, la entidad debería contar con análisis macroeconómicos y de mercado que permitan construir expectativas futuras en las que basar los parámetros a introducir en el modelo, para aquellos factores de riesgo intervenidos, lo que proporcionaría una medida más adecuada del riesgo al que se encuentra sometido el negocio.

## REGÍMENES CAMBIARIOS

A continuación se analizarán los distintos regímenes cambiarios bajo los que podría evolucionar la cotización de una divisa, al ser este el factor de riesgo intervenido por excelencia. La negociación de una determinada divisa en los mercados financieros internacionales puede estar regulada por alguno de los siguientes regímenes cambiarios:

- Fluctuación libre: Las divisas fluctúan de manera libre en el mercado sin un compromiso de intervención de los Estados. No obstante, si lo consideran oportuno, los

bancos centrales pueden intervenir para intentar evitar desviaciones de la paridad respecto a un cierto nivel. Esta situación conduciría al no cumplimiento de la hipótesis de lognormalidad a largo plazo y a la introducción de cierta incertidumbre sobre los niveles.

*Ejemplo:* Tipos de cambio entre marco, dólar y yen

- Fluctuación sucia: La divisa fluctúa libremente en el mercado entre unas bandas determinadas por los bancos centrales. Por tanto, existe el compromiso de los distintos bancos centrales de intervenir en caso de superación de dichas bandas para mantener la divisa dentro del rango alrededor de la paridad central, que en algunas ocasiones se devalúa según un ritmo predefinido por las autoridades.

*Ejemplo:* Tipos de cambio del peso chileno, real brasileño, etc., frente al dólar.

- Tipo de cambio fijo: El Banco Central se compromete a mantener la divisa en una paridad prefijada.

*Ejemplo:* Tipo de cambio del peso argentino frente al dólar.

Por tanto, serán aquellas divisas que evolucionen bajo alguno de los dos últimos sistemas cambiarios las que requerirán un tratamiento especial por la intervención a la que están sometidas. Un cambio en las bandas o en la paridad central conduciría a movimientos de la divisa superiores a los inicialmente esperados de considerarse como variables no intervenidas.

### Riesgo de crisis

Como enfoque para la consideración de los factores de riesgo intervenidos en un entorno de mercados emergentes, estos se tratarán bajo el concepto de riesgo de crisis, entendiendo como tal la depreciación o devaluación brusca y significativa de la divisa<sup>1</sup>. Para ello partiremos de un mercado financiero con un régimen cambiario intervenido y analizaremos el resto de los factores de riesgo.

Desde un punto de vista estricto y dado que los mercados financieros tienden a la globalización, la intervención de los agentes públicos sobre el tipo de cambio tiene efectos sobre el resto de los precios de los activos financieros, de forma que los factores de riesgo internos, tales como el índice de la Bolsa local, estarían en cierta medida intervenidos, ya que la rentabilidad que obtendría un inversor extranjero será función claramente del tipo de cambio al que pueda deshacer su inversión. Si los inversores perciben que las autoridades públicas tienen éxito en su política cambiaria serán proclives a realizar inversiones sin cubrir el riesgo cambiario; parte de esas inversiones se destinarán a los mercados financieros. Así, dada la importancia que tienen en estas economías los flujos de capital exteriores, la rentabilidad que obtendría un inversor nacional por una inversión en su bolsa de valores estaría condicionada por las decisiones tomadas por inversores extranjeros en cuanto a la permanencia o la retirada de sus capitales del sistema financiero local.

Sin embargo, y dado que los factores internos, distintos al tipo de cambio, evolucionarían libremente, por las propias fuerzas de oferta y demanda de los operadores del sistema, se considerarán como factores no intervenidos. Estos factores recogen anticipadamente las espec-

<sup>1</sup>A efectos de coherencia con el planteamiento general de las medidas de riesgo del negocio un umbral a considerar como crisis podría ser tres veces la volatilidad del tipo de cambio. De esta forma se estarían considerando aquellos movimientos no recogidos por la metodología tradicional (basada en volatilidades históricas) y que quedarían explicados por la ruptura de situaciones mantenidas en gran parte por la intervención de las autoridades locales.

tativas del mercado sobre la evolución futura del régimen cambiario local a través de sus cotizaciones. Así, si los operadores del mercado comienzan a descontar que las presiones a las que se ve sometida su economía pueden desembocar en la necesidad de realizar una devaluación, las cotizaciones de las acciones pueden verse afectadas por una mayor volatilidad generada por una salida anticipada de flujos de capital de la Bolsa. Por tanto, aun cuando el tipo de cambio siga intervenido, los factores de riesgo internos introducen una mayor exposición en la cartera. Sin embargo, la medida usual de la volatilidad del tipo de cambio no estaría captando la mayor exposición que existiría en el tipo de cambio por la posibilidad de una devaluación. Por tanto, el modelo debe ser corregido de manera que pueda recoger este efecto y obligue a asignar mayor capital en riesgo a las inversiones en esta divisa. Visto de otra forma, los factores de riesgo no intervenidos serían capaces de recoger en sus cotizaciones las expectativas del mercado, mientras que los intervenidos no.

Por otra parte, pudiera ocurrir que los análisis internos de la entidad estuvieran anticipando la posibilidad de una crisis aún cuando en el mercado no se hubiera recogido todavía esta. En este caso, y anticipando un posible incremento en la exposición en los factores de riesgo internos, deberían incrementarse las volatilidades empleadas para el cálculo de la exposición y recoger el posible cambio en las condiciones del sistema cambiario. De esta forma, el modelo se estaría comportando como si el mercado estuviera descontando esta información.

De no producirse finalmente la devaluación, los factores no intervenidos verían reducida su contribución a la exposición total y se volvería a la situación de partida. Sin embargo, mientras tanto la entidad habría sido consciente en todo momento de la exposición a la que estaba sometida y del capital en riesgo comprometido en el negocio. Como es evidente, estas expectativas no deben considerarse sólo desde un punto de vista de medición de riesgos, sino que deben pasar a formar parte de la gestión del negocio, de manera que entre las opciones que se podrían barajar está la de realizar algún tipo de cobertura de la posición que proteja el valor de la entidad en caso de producirse finalmente la devaluación.

En una primera aproximación sólo se considerarán como factores intervenidos las cotizaciones de aquellas divisas sometidas a un sistema cambiario dirigido (fluctuación sucia o tipo fijo), mientras que el resto de factores de riesgo (cotizaciones de acciones, tipos de interés a medio y largo plazo, etc.) se tratarán como no intervenidos, ya que estos recogen de manera anticipada una posible variación en el régimen de intervención.

Así, en los próximos puntos se analizarán los sistemas cambiarios intervenidos y cómo introducir las expectativas en el cálculo del riesgo del negocio.

### **Sistemas cambiarios intervenidos**

Consideremos el caso de sistemas cambiarios intervenidos que regulan la cotización de la divisa local, normalmente respecto al dólar o a una cesta de divisas en la que el dólar tiene un peso mayoritario. En situaciones de inestabilidad económica o en los mercados financieros internacionales, la cotización de la divisa puede sufrir un salto brusco si las autoridades locales deciden alterar su política cambiaria ante el riesgo de caída de su nivel de reservas o ante un deterioro de la economía real que conduzca a una subida de los tipos de interés para defender la divisa.

Si esta situación tuviera una alta probabilidad de ocurrir no podría modelizarse el comportamiento futuro como una distribución normal. El hecho de que su evolución esté condicionada a un patrón establecido y mantenido por el gobierno local se traduce en el cálculo de unas volatilidades históricas que pueden no reflejar adecuadamente el comportamiento futuro en el caso de que el régimen establecido no se mantenga.

Por otra parte, las condiciones de la economía y las presiones que puedan existir en el sistema financiero condicionan los movimientos futuros de las autoridades locales en un sentido u otro. Así, si partimos de una divisa con un tipo de cambio fijo frente al dólar, podremos encontrarnos con dos situaciones posibles:

- Que la divisa esté libre de presiones y se espere que siga en esas condiciones dado el entorno macroeconómico, tanto interior como exterior.
- Que la divisa pueda verse sometida a presiones que fuercen un cambio en el tipo de cambio o en el régimen cambiario en su conjunto.

En el primer caso, la exposición del negocio analizado frente al factor de riesgo cambiario sería muy reducida, pero no sólo por la evolución histórica, sino por las expectativas futuras, de manera que se aplicarían los mismos procedimientos que para el caso de variables no intervenidas.

En el segundo caso, las expectativas inducirían a pensar que pudiera tener lugar un cambio en las condiciones bajo las que evoluciona el factor de riesgo. Sin embargo, si se espera un cambio es debido a que el entorno que rodea al factor aconseja un movimiento en una dirección determinada, de forma que los escenarios en un sentido se mostrarían mucho más probables que los escenarios en el otro. Así, si la divisa se ve fuertemente presionada por ataques especulativos que erosionan las reservas del Banco Central, la probabilidad de que se produzcan devaluaciones o se amplíen las bandas del sistema se incrementa, mientras que la probabilidad de una revaluación es nula.

Así, supongamos que, tomando un horizonte temporal de un año, un inversor argentino tuviera una posición de US\$ 100 millones invertida a un año al 8,6% financiada en pesos argentinos a un año al 10,3%. Suponiendo un tipo de cambio a contado de 1,00 esta posición se estaría financiando con 1,00 millones de pesos. Teniendo en cuenta que el nominal y los intereses de la inversión al final del año tendrán que convertirse a pesos para devolver el nominal y los intereses de la financiación, el tipo de cambio futuro que generaría un beneficio nulo, dentro de un año, sería

$$FX_{1\text{año}} = \frac{1 + 10,3\%}{1 + 8,6\%} = 1,0156 \text{ pesos/US\$}$$

De esta forma, si el tipo de cambio se situara por encima de este nivel la posición generaría beneficios, mientras que si se situara por debajo generaría pérdidas. Así, la cuenta de resultados en millones de pesos argentinos al vencimiento de la posición será:

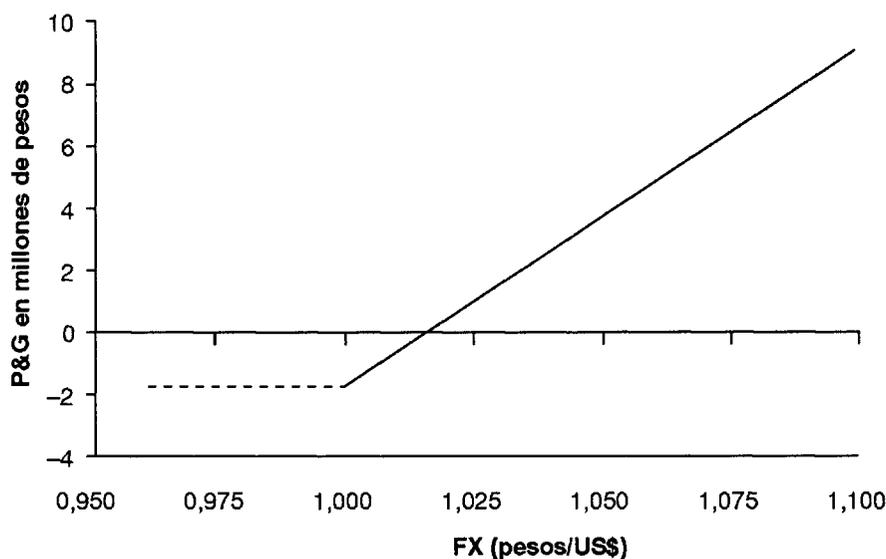
$$P \ \& \ G = 108,6 \cdot (FX - 1,0156)$$

donde FX es el tipo de cambio a contado en el momento del vencimiento.

Hasta este punto, el razonamiento sería idéntico para cualquier par de divisas en las que el tipo de cambio se pudiera mover en cualquier sentido. Sin embargo, y dado que el peso argentino tiene fijada su paridad al dólar a un tipo de cambio de 1,00 pesos por dólar y que se estaría considerando una probabilidad de revaluación nula, las pérdidas estarían limitadas a 1,7 millones de pesos, que corresponden a la situación en que no cambia el régimen cambiario. No obstante, si se produjera una crisis que condujera a una devaluación los beneficios podrían ser muy altos. Por tanto, dada la situación de partida e independientemente de la probabilidad de crisis esta posición no generaría una pérdida superior a 1,7 millones de

pesos<sup>2</sup>, tal y como se presenta en la Figura 10-1, donde la zona de probabilidad nula se muestra en trazo discontinuo:

**Figura 10-1. Cuenta de resultados en pesos para una divisa fijada con posibilidad de devaluación**



Si ahora se analizase la posición contraria, una inversión en pesos a un mes financiada en dólares, las conclusiones serían completamente diferentes. Así, serían los beneficios los que estarían limitados a 1,7 millones de pesos, mientras que, en caso de producirse una devaluación, las pérdidas podrían ser elevadas<sup>3</sup>. Adicionalmente, habría que considerar que para el cálculo del capital en riesgo habría que estimar una volatilidad distinta de la histórica, ya que ésta conduciría a capitales en riesgo muy pequeños.

Por tanto, al incorporar las expectativas futuras en el caso de variables intervenidas nos encontramos con que el mapa de riesgo que generan presenta sesgo, de forma que no se podrían aplicar las expresiones tradicionales del capital en riesgo, que suponen normalidad y aplican la misma volatilidad a las posiciones compradas o vendidas.

Así, en el siguiente punto se generalizará el modelo de capital en riesgo de manera que se tenga en cuenta si la posición neta en una divisa es comprada o vendida, asignándole una volatilidad diferente en cada caso. No obstante, dada la existencia combinada de posiciones largas y cortas con correlaciones positivas y negativas, el nuevo cálculo de capital en riesgo podría ser inferior al realizado sin tener en cuenta todas las consideraciones presentadas anteriormente. Por tanto, desde un punto de vista conservador, dada la discrecionalidad asociada a la estimación de la posibilidad de una crisis se tomaría el peor de los dos CER calculados.

<sup>2</sup> Esto podría asimilarse a tener una posición comprada en opciones en la que la máxima pérdida es igual a la prima.

<sup>3</sup> Al contrario que en la nota anterior, esto podría asimilarse a tener una posición vendida en opciones en las que las pérdidas no tendrían límite y los beneficios máximos serían conocidos.

## GENERALIZACIÓN DEL MODELO DE CAPITAL EN RIESGO

En este punto se presentará una alternativa posible para incluir el efecto de la asimetría en el riesgo en el cálculo del capital en riesgo de una cartera que incluyera posiciones en divisas que estuvieran intervenidas. Estas consideraciones estarán basadas en criterios conservadores, de forma que la introducción de unas expectativas subjetivas en el modelo no se traduzca en una menor exposición global del negocio. Así se evitaría que pudieran producirse pérdidas por encima del capital asignado, de no cumplirse finalmente dichas expectativas. Por tanto, el efecto de la posibilidad de una devaluación sólo debería considerarse, desde el punto de vista del riesgo, para las posiciones compradas en la divisa analizada. Sin embargo, este es sólo un caso particular, ya que al considerar los efectos combinados con el resto de los factores de riesgo pudieran darse casos en los que no se estaría siendo conservador. Por ejemplo, el efecto combinado de una posición comprada en una divisa intervenida junto a una posición comprada en un activo con el que presenta correlación negativa podría conducir a una exposición global menor. En el desarrollo siguiente se generalizarán estas consideraciones de manera que se mantenga el criterio conservador y no se consideren los efectos positivos que pudieran derivarse de la combinación de factores de riesgo.

El objetivo final del proceso será la obtención, tanto de los capitales en riesgo individuales, como del CER global para la cartera. Para ello se supondrá que se mantiene la hipótesis de normalidad, pero ajustando las volatilidades de manera adecuada para tener en cuenta el efecto asimétrico de la intervención de la divisa.

Así, se determinarán las volatilidades individuales y de la cartera en su conjunto teniendo en cuenta que para los tipos de cambio se deberán incluir las expectativas sobre una alteración en los parámetros que definen su régimen cambiario.

### Volatilidad del tipo de cambio

Para analizar el tipo de cambio de una divisa intervenida se considerarán dos comportamientos posibles, con o sin variación en el régimen cambiario, asignando una probabilidad a cada uno de ellos. Como es lógico, para cada uno de estos comportamientos se definirán diferentes escenarios de variación de la divisa y se les asignará una probabilidad de ocurrir, condicionada a que haya o no variación en el régimen cambiario. Para la determinación de esta probabilidad de crisis sería necesario realizar análisis históricos sobre el comportamiento previo de determinadas variables macroeconómicas en situaciones de crisis de divisa, con el fin de estimar la probabilidad de una nueva crisis dada la información disponible en el momento considerado. Esa metodología se desarrolla en el apartado sobre crisis de divisa en mercados emergentes, p. 280.

Supondremos que la volatilidad ajustada del tipo de cambio es<sup>4</sup>:

$$\sigma_{ajustada}^2 = (1-p) \cdot \sigma_{sin}^2 + p \cdot \sigma_{con}^2$$

<sup>4</sup> Para el análisis de la volatilidad ajustada se supondrá que la variación en el tipo de cambio viene dada por la mezcla de dos distribuciones, una asociada al escenario sin cambio y otra al escenario con cambio. Por tanto, la probabilidad de que tenga lugar una determinada variación sería igual a:

$$f(x) = (1-p) \cdot f_{sin}(x) + p \cdot f_{con}(x)$$

Por tanto, la varianza de la distribución combinada se aproximaría a:

$$varianza = (1-p) \cdot varianza_{sin} + p \cdot varianza_{con}$$

donde  $p$  es la probabilidad asignada al escenario de devaluación,  $\sigma_{sin}$  la volatilidad asignada al tipo de cambio en el escenario sin devaluación, que correspondería a la volatilidad calculada en un periodo reciente con la fórmula usual de la desviación típica, y  $\sigma_{con}$  es la volatilidad asignada al tipo de cambio para un escenario con devaluación, que podría estimarse a partir de las volatilidades a las que estuvo sometida la divisa en periodos pasados en los que tuvo lugar una crisis. En caso de no contar con esta historia se podrían emplear las volatilidades medias asociadas a otros mercados en épocas de crisis.

Sin embargo, esta volatilidad ajustada no se aplicaría al cálculo del riesgo cambiario de todas las posiciones, sino sólo a aquellas que fueran potenciales generadoras de pérdidas de producirse la crisis. Así, una posición larga en la divisa intervenida se vería afectada por esta nueva volatilidad, mientras que a las posiciones cortas se les aplicaría la volatilidad correspondiente al escenario sin devaluación. De esta forma, y dado que el movimiento sólo podría tener lugar en un sentido y estamos suponiendo una crisis, una posición corta es potencial generadora de beneficios inesperados, pero no de pérdidas ya que las tendría limitadas y por tanto no debería penalizarse. Por tanto, se consideraría que esta posición no afecta al ajuste y sería equivalente a aplicar una probabilidad de devaluación igual a cero.

Esta circunstancia es de especial importancia a la hora del cálculo de la volatilidad global de la cartera, en la que por un lado se tendría el efecto individual de los instrumentos que la componen, incluidas las divisas intervenidas, y por otro se tendría un efecto combinado por las correlaciones entre activos.

## Volatilidad global

Al considerar la cartera en su conjunto habrá que tener en cuenta el criterio conservador que se ha mencionado anteriormente. Así, para aquellas posiciones cuyo riesgo se reduzca al incluir las expectativas se tomará como volatilidad la del escenario sin crisis; para las posiciones en las que el riesgo aumente se tomará la volatilidad ajustada, en la que ya se ha incluido la probabilidad de que tenga lugar una crisis.

Supongamos inicialmente una cartera compuesta a partes iguales<sup>5</sup> por una posición en un activo denominado en US\$, con volatilidad  $\sigma_A$ , y una divisa intervenida, con volatilidad  $\sigma_{divisa}$ . La volatilidad de la cartera vendrá dada por

$$\sigma_{cartera}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{divisa}^2 \pm 2\rho\sigma_A\sigma_{divisa}$$

donde los signos más y menos corresponden respectivamente a que ambas posiciones tengan el mismo signo o signos opuestos. Así, si no se considerase ningún tipo de ajuste por las expectativas de crisis, la volatilidad de la cartera en su conjunto será

$$\sigma_{cartera, sin}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{sin}^2 \pm 2\rho\sigma_A\sigma_{sin}$$

El siguiente paso sería determinar el valor de la volatilidad de la cartera en el caso de que se quisieran tener en cuenta las expectativas de crisis. Así,

$$\sigma_{cartera, con}^2 = \sigma_A^2 + \sigma_{divisa}^2 \pm 2\rho\sigma_A\sigma_{divisa}$$

<sup>5</sup> El valor de la cartera vendrá dado por:

$$valor_{cartera} = valor_{activo} + valor_{divisa}$$

donde

- $\sigma_{divisa} = \sigma_{sin}$  para posiciones vendidas en la divisa intervenida, y
- $\sigma_{divisa} = \sigma_{ajustada}$  para posiciones compradas en la divisa intervenida.

Teniendo en cuenta que en ningún caso la introducción de las expectativas de crisis debe conducir a un CER inferior al obtenido sin considerar la probabilidad de crisis, se tomará el mayor de ellos, esto es, se tomará la mayor volatilidad calculada para la cartera:

$$\sigma_{cartera} = \max(\sigma_{cartera, sin}, \sigma_{cartera, con})$$

### Ejemplo

Supongamos un inversor cuya divisa base fuesen dólares y que tiene una cartera compuesta a partes iguales por un activo en dólares y una posición de caja en una divisa intervenida frente al dólar. Se dispone de la siguiente información. La volatilidad del activo es del 15%, mientras que para la divisa, su volatilidad histórica es del 3%, su volatilidad en tiempos de crisis del 40% y se asigna una probabilidad de crisis del 35%. Adicionalmente se supondrán tres escenarios de correlación: positiva, negativa o nula.

La volatilidad del tipo de cambio teniendo en cuenta la probabilidad de crisis será:

$$\sigma = \sqrt{0,65 \cdot 0,03^2 + 0,35 \cdot 0,4^2} = 24\%$$

Para cada uno de estos escenarios se considerarán todas las posibles combinaciones de posiciones cortas y largas en el activo y la divisa y se definirá la volatilidad a aplicar a la cartera según el criterio conservador. En la última columna se mostrará la volatilidad de la cartera, resultante de seleccionar el máximo entre la volatilidad con ajuste y la volatilidad sin ajuste. Sólo en el caso de que la posición neta en la divisa intervenida fuese larga se plantea la necesidad de tener que seleccionar entre ambas volatilidades. En el caso de correlación positiva para el cálculo se supondrá igual a +1 para simplificar.

#### Volatilidades ajustadas para correlación positiva

Activo en US\$	Divisa	$\sigma_{cartera}^2$ con ajuste	$\sigma_{cartera}$ con ajuste (%)	$\sigma_{cartera}$ sin ajuste (%)	$\sigma_{cartera}$ (%)
Larga	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{sin}^2 - 2\rho\sigma_A\sigma_{sin}$	12	12	12
Larga	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2 + 2\rho\sigma_A\sigma$	39	18	39
Corta	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{sin}^2 + 2\rho\sigma_A\sigma_{sin}$	18	18	18
Corta	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2 - 2\rho\sigma_A\sigma$	9	12	12

Como puede observarse en la tabla anterior, en el caso de correlación positiva si ambas posiciones son largas la situación más desfavorable es el escenario de posibilidad de crisis ya

que todos los sumandos contribuyen añadiendo riesgo. Sin embargo, en el último caso en el que la posición en el activo es corta la situación más desfavorable es que no haya posibilidad de crisis, ya que al ser negativo el término cruzado, si se ajustase la volatilidad se estaría reduciendo el riesgo global de la cartera al asignar una mayor volatilidad a la divisa intervenida. Así, si realmente no existieran razones para justificar la posibilidad de un escenario de crisis se estaría asignando un CER inferior al necesario.

### Volatilidades ajustadas para correlación negativa

Activo en US\$	Divisa	$\sigma_{\text{cartera}}^2$ con ajuste	$\sigma_{\text{cartera}}$ con ajuste (%)	$\sigma_{\text{cartera}}$ sin ajuste (%)	$\sigma_{\text{cartera}}$ (%)
Larga	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{\text{sin}}^2 - 2\rho\sigma_A\sigma_{\text{sin}}$	18	18	18
Larga	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2 + 2\rho\sigma_A\sigma$	9	12	12
Corta	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{\text{sin}}^2 + 2\rho\sigma_A\sigma_{\text{sin}}$	12	12	12
Corta	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2 - 2\rho\sigma_A\sigma$	39	18	39

En el caso de correlación negativa (que para simplificar se ha supuesto igual a -1), la argumentación sería similar al ejemplo anterior, salvo en que las posiciones en el activo serían las del signo opuesto debido al signo negativo de la correlación, tal y como se observa en la tabla correspondiente.

### Volatilidades ajustadas con correlación nula

Activo en US\$	Divisa	$\sigma_{\text{cartera}}^2$ con ajuste	$\sigma_{\text{cartera}}$ con ajuste (%)	$\sigma_{\text{cartera}}$ sin ajuste (%)	$\sigma_{\text{cartera}}$ (%)
Larga	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{\text{sin}}^2$	15	15	12
Larga	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2$	28	15	28
Corta	Corta	$\sigma_A^2 + \sigma_{\text{sin}}^2$	15	15	15
Corta	Larga	$\sigma_A^2 + \sigma^2$	28	15	28

En el caso de correlación nula, al no existir la posibilidad de que el riesgo se reduzca por la existencia de un término cruzado negativo, la volatilidad de la cartera se obtendría directamente considerando la posibilidad de un escenario de crisis.

Por tanto, como puede observarse en todos los escenarios, para aquellas situaciones que más dañarían la cartera, esto es, posiciones largas en la divisa y término cruzado positivo, las volatilidades de la cartera serían más del doble de las que se obtendrían de no utilizar el ajuste. Mientras, en aquellas posiciones en las que el término cruzado es negativo y contribuye más que el término individual de la volatilidad de la divisa no se considerará la posibilidad de un escenario de crisis, manteniéndose la situación actual, la cual se muestra como más desfavorable.

## CRISIS DE DIVISA EN MERCADOS EMERGENTES

Las crisis financieras, acompañadas de crisis de divisa, ocurridas en los países de Asia en la segunda mitad de 1997 han sido las últimas manifestaciones de un fenómeno que ha afectado a diversas zonas geográficas en los últimos tiempos. Debe recordarse la crisis de divisa ocurrida en Europa en los años 1992–1993 con la ruptura del sistema monetario europeo y que ocasionó fuertes ataques especulativos contra divisas como el franco francés, la corona sueca, la lira italiana, la peseta española o la libra inglesa. Más recientemente, la crisis del peso mexicano en 1994–1995 supuso también ataques al real brasileño y el peso argentino.

Estos momentos de crisis tienen un elevado costo económico no sólo para el país que lo sufre sino también para la economía mundial, cada vez más integrada. Así, los ajustes fiscales y monetarios que se imponen a consecuencia de la crisis producen una caída importante de la producción y ocasionan pérdidas de empleo y problemas sociales. Sin embargo, también existen efectos a nivel mundial, ya que estas situaciones de crisis afectan en muchas ocasiones al sector bancario y sus efectos se extienden al aparecer problemas de impago de la deuda o de sus intereses y producirse una desconfianza en los sistemas financieros.

El punto de vista que se presentará en este apartado no será el de un regulador o una institución económica internacional que se preocupa por la situación económica de un país o grupo de países, preferentemente en desarrollo, y se orienta a la determinación de políticas económicas que puedan corregir los desequilibrios internos e impedir las situaciones de crisis. Por el contrario, el punto de vista que se adoptará será el de un banco, empresa o gestor de riesgos de dimensión internacional que se enfrenta al problema de la gestión del riesgo de cambio en divisas que ofrecen una alta rentabilidad en concepto de intereses, pero que sufren ocasionalmente ataques especulativos pudiendo generar pérdidas importantes para sus tenedores, por devaluaciones bruscas.

En estos mercados la cobertura mantenida del riesgo cambiario tiene un costo elevado<sup>6</sup>, pero no cubrir esas posiciones subyacentes puede tener un costo aún mayor si, finalmente, tienen lugar escenarios de crisis y debilidad de la divisa. Por tanto, la determinación del momento de la implantación de la cobertura es crucial y, por ello, se debe contar con algún mecanismo que informe de la probabilidad de que tales escenarios de crisis puedan acontecer. Este mecanismo permitiría decidir si se cubren las posiciones subyacentes cuando la probabilidad sea elevada o se mantienen abiertas cuando la probabilidad de tales escenarios de crisis sea mínima.

Asimismo, también se perseguiría determinar la probabilidad que tendría la divisa de quedar dentro de ciertos márgenes. Por ejemplo, la probabilidad de que su cotización contra el dólar, dentro de un mes, quede por debajo del nivel actual en más de un 30%, entre un 30% y un 20% o entre un 10% y un 0%; o bien que la divisa se aprecie contra el dólar entre un 0% y un 5%, entre un 5% y un 10% o más de un 10%. Así, el conocimiento de esta distribución de probabilidades permitiría determinar el CER buscando el nivel que sólo se alcanzaría con una probabilidad del 0,14%, para un nivel de confianza del 99,86%.

Por tanto, el objetivo a alcanzar será desarrollar un modelo de anticipación que permita estimar la probabilidad de que tenga lugar un determinado escenario de crisis. A continuación se presentan varios modelos generales agrupados en dos grandes categorías<sup>7</sup> según las variables

<sup>6</sup>El costo de la cobertura del tipo de cambio viene dado por el diferencial de tipos positivo entre los tipos de interés en la divisa local y el tipo de interés del dólar, que es la moneda de financiación habitual. El diferencial de tipos determina el precio a futuro de la operación de compraventa de divisa a plazo.

<sup>7</sup>La literatura moderna sobre crisis de divisa nace con un artículo de Krugman (1979) donde se relacionan estas crisis con situaciones problemáticas en la balanza de pagos.

que se consideran más importantes en la determinación de la crisis, ya sean los fundamentos económicos o el contagio financiero internacional.

- **Fundamentos económicos:** Según los modelos de primera generación, las crisis de divisa estarían causadas por el seguimiento de políticas económicas incoherentes con el mantenimiento indefinido del tipo de cambio nominal. Estos modelos ponen énfasis en el comportamiento de variables fundamentales de carácter macroeconómico. Así, una fuerte expansión monetaria y una política fiscal relajada pueden conducir a expansiones crediticias, aumento excesivo del endeudamiento e inversión elevada en activos reales, que situarían el precio de las acciones en los mercados financieros y de los inmuebles en niveles insostenibles. El endurecimiento de la política para contener la inflación y los desajustes externos llevarían a una caída de la actividad económica, problemas en el pago de la deuda, caída en el valor de los activos utilizados como colaterales y a un incremento del volumen de préstamos incobrables, que amenazarían la solvencia del sistema bancario y del conjunto de la economía nacional. Además, los cambios en las condiciones macroeconómicas externas con incremento de los tipos de interés de los países industrializados tienen una importancia creciente para las economías de los países emergentes.
- **Contagio financiero internacional:** En algunos casos los ataques especulativos no parecen directamente relacionados con la evolución de los fundamentos económicos de la nación. Así, un segundo tipo de modelos parte de los ataques especulativos que se producen por fenómenos de contagio financiero. Un hecho fundamental en las crisis más recientes ha sido que el ataque especulativo a una divisa se ha extendido automáticamente a otras divisas que contaban en principio con unos buenos fundamentos económicos. La probabilidad de crisis en un país determinado se incrementa cuando surge la crisis en otros países y aparentemente las relaciones comerciales explicarían la transmisión internacional de situaciones de crisis mejor que las condiciones macroeconómicas de las economías afectadas.

Otro aspecto que debe contemplar este mecanismo de detección de crisis de divisa es que los mercados financieros tienden a sobre-reaccionar. Por tanto, el mecanismo debe ser capaz de anticipar cambios en la situación actual, incluyendo señales de aviso del fin de la sobre-reacción. Es decir, debe alertar sobre la posibilidad de crisis cuando la situación actual es positiva o, al contrario, alertar del fin de la crisis cuando la situación es aún negativa.

Para la definición de este mecanismo de detección de crisis nos hemos centrado en países en desarrollo de dos amplias zonas geográficas: América Latina y Asia. El modelo que aquí se presenta abarca un conjunto de 11 países (Chile, Argentina, Brasil, México, Perú, Venezuela, Indonesia, Corea, Malasia, Singapur y Tailandia) y una extensión temporal de 10 años (1988–1997) con datos mensuales. El modelo planteado calcula para cada país la probabilidad de crisis con un mes de anticipación.

### **Definición de crisis**

Hasta este momento se ha tratado el concepto de crisis desde un punto de vista abstracto, pero la necesidad de definir un modelo que determine la probabilidad de un escenario de crisis obliga a definir y cuantificar el término *crisis*. En la literatura se define la crisis como una devaluación nominal sustancial de la divisa. Esta definición, no obstante, puede excluir los momentos en los que una divisa esté sometida a fuertes presiones pero las autoridades monetarias la defiendan con éxito interviniendo en los mercados de cambio con sus reservas o

elevando los tipos de interés. Otro enfoque utilizado también en la literatura ha sido la definición de un índice que tenga en cuenta no sólo la devaluación nominal de la divisa, sino también las variaciones en el nivel de reservas o los movimientos de tipos de interés.

Sin embargo, a efectos de este apartado la definición de crisis diferirá de las indicadas anteriormente. Dado que el objetivo del modelo es la determinación del momento en el que deberán realizarse las coberturas de las posiciones subyacentes y que toda cobertura implica un costo, las definiciones tradicionales de crisis de divisa no sirven. Por ello se define crisis de divisa como aquel momento en el cual la devaluación nominal de la divisa excede la implícita en los tipos de cambio a futuro en un determinado porcentaje. El diferencial de tipos de interés de estas economías emergentes frente a los tipos de interés del dólar implica una depreciación de sus tipos de cambio a futuro que es el costo asociado a implantar la cobertura. Por tanto, sólo interesaría cubrir las posiciones subyacentes si el beneficio que se espera obtener por la devaluación nominal de la divisa es superior al costo de la cobertura, es decir, si se espera que la devaluación nominal sea superior a la que recoge el diferencial de tipos de interés.

## Metodología

El objetivo de esta metodología es definir un modelo econométrico que sea capaz de cuantificar la relación entre las crisis de divisa ocurridas en el pasado y una serie de variables explicativas para evaluar a continuación la probabilidad de ocurrencia de crisis futuras. Por tanto, el modelo debe ser sencillo e incorporar variables cuya información sea accesible.

La técnica econométrica utilizada es la definición de un modelo que permita calcular la probabilidad de crisis en un instante determinado según el valor de las variables explicativas en el período anterior. Así, estableciendo periodos mensuales estimará la probabilidad de crisis con un mes de antelación. Para ello se tomará como muestra un conjunto de países en los que hayan tenido lugar crisis de divisa. Sin embargo, como el número de crisis en cada país es reducido, en la muestra necesaria para el análisis histórico se incluirán todos los países y se añadirán una serie de variables binarias, una por país, que permitan recoger las características específicas de cada uno de ellos.

La forma matemática que adopta tal modelo es:

$$P(y_i = 1) = F\left(\sum_{j=1}^k \beta_j \cdot x_j\right)$$

donde

- $y_i$  es la variable dependiente que toma el valor 0 si no ha ocurrido crisis y 1 si ha tenido lugar una crisis.
- $F$  es una función de distribución normal estandarizada, lo cual garantiza que los valores obtenidos están comprendidos en el intervalo  $[0,1]$ , tal y como corresponde a una probabilidad.
- $x_j$  ( $j = 1, 2, \dots$ ) es cada una de las variables explicativas, incluyendo las variables binarias por país.
- $\beta_j$  es el coeficiente asociado a cada una de las variables explicativas.

La razón para utilizar este tipo de modelo radica en que la variable dependiente del modelo, la probabilidad de devaluación en cada momento, no es observable, ya que lo único que sería observable es el suceso de devaluación o no, es decir

$$\begin{cases} y_i = 1, & \text{en caso de devaluación} \\ y_i = 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

Así, al disponer únicamente de esta variable binaria, una estimación por mínimos cuadrados ordinarios no tendría sentido y sería necesario emplear un modelo como el anterior, denominado *probit*, que emplea una función de distribución normal para calcular la probabilidad de que ocurra o no un suceso binario. El modelo se computa mediante el método de máxima verosimilitud, de forma que los parámetros  $\beta$  se estiman maximizando la probabilidad de obtener la muestra de partida.

La sensibilidad de la probabilidad ante cada una de las variables se obtiene a partir del cálculo de la derivada parcial de la probabilidad con respecto a la variable explicativa correspondiente. Así, definiendo la variable  $X$  como

$$X = \sum_{j=1}^k \beta_j \cdot x_j$$

la sensibilidad de la probabilidad a cada una de las variables independientes es:

$$\frac{\partial P(y_i = 1)}{\partial x_j} = \frac{\partial X}{\partial x_j} \cdot f(X) = \beta_j \cdot f(X)$$

donde  $f(X)$  es la función de densidad de la distribución normal estándar. Así, los coeficientes  $\beta$  indican con su signo si la probabilidad aumenta o disminuye ante una variación de las variables explicativas, pero no son representativos de la magnitud del cambio.

### Elección de las variables explicativas.

Dado el alto costo que para bancos, empresas industriales o gestoras de ámbito internacional puede suponer el acontecimiento de una crisis de divisa, existe un considerable interés en la identificación de aquellas variables económicas que puedan servir como indicadores adelantados de una situación de crisis, si bien es difícil que un conjunto limitado de variables pueda detectar futuras crisis con suficiente antelación y precisión.

Existe potencialmente un amplio número de variables que pueden servir como indicadores de crisis. La elección viene determinada básicamente por lo que el propio investigador entiende que deben ser las causas de la crisis y por la disponibilidad de datos para esas variables:

- Así, por ejemplo, si se considera que las crisis de divisa son causadas fundamentalmente por problemas en las cuentas públicas del Estado, deben ser utilizadas variables como el déficit fiscal o el consumo público.
- Si se piensa que la debilidad de la divisa tiene su origen en la situación del sistema financiero, entonces variables tales como el crecimiento del crédito al sector privado, medidas de liberalización financiera, cambios en el precio de las acciones y la estructura de los tipos de interés domésticos pueden ser útiles.
- Si los problemas en el sector exterior son los factores más importantes, se pueden considerar variables tales como el tipo de cambio efectivo real, el déficit por cuenta

corriente, el plazo de vencimiento de las entradas de capital extranjero o el volumen de deuda en divisa.

- Variables del sector real de la economía tales como la tasa de crecimiento del producto interno bruto (PIB), la tasa de desempleo o variables que recogen cambios estructurales o políticos pueden ser también utilizadas.

El desarrollo de estos modelos para países con economías en desarrollo plantea el problema adicional de la disponibilidad de datos con una frecuencia suficiente como para ser utilizados en la predicción de crisis. Esto impide utilizar algunas variables que en principio podrían ser interesantes, tales como el cociente déficit por cuenta corriente/PIB, dado que no se dispone de datos mensuales y además no se conocen con la prontitud deseada. Del volumen de deuda a corto plazo o en divisa dada no suele haber datos fiables y con la suficiente frecuencia.

Considerando todas estas limitaciones, el modelo que se propone recoge los dos tipos de variables explicativas, tanto variables macroeconómicas fundamentales como variables que recogen los efectos de contagio financiero, a las que se hace referencia en la literatura sobre el tema.

La idea teórica que subyace en el modelo se basa en que una divisa tiene una mayor probabilidad de sufrir ataques especulativos cuando se encuentra altamente sobrevalorada en términos reales, es decir, cuando existe una pérdida de competitividad internacional del país. El momento en el que esa sobrevaloración daría lugar a un ataque especulativo vendría determinado por dos factores:

- Credibilidad de las autoridades monetarias en la defensa de su divisa. La primera línea de defensa de la divisa implica intervenciones en los mercados de contado o futuro por parte del Banco Central dependiendo del volumen de reservas disponible. No obstante, factores como la variación de la M2 o el crédito doméstico condicionan también la credibilidad de las autoridades monetarias.
- Contagio financiero a nivel internacional. La segunda variable que puede incidir para la consecución del ataque especulativo es la existencia de crisis en otra divisa y la existencia de efectos de transmisión a nivel internacional.

De acuerdo con esta idea teórica sencilla, las variables que se considerarán en el desarrollo del modelo serán:

- El tipo de cambio efectivo real, que recoge el grado de apreciación o depreciación de una divisa considerándose sus relaciones comerciales con el resto de países y su nivel relativo de inflación. En concreto, la variable que se incluiría es el grado de apreciación o depreciación sobre su tendencia a largo plazo.
- Variación en el volumen de reservas en divisa de que dispone el Banco Central. Esta variable trata de recoger, de forma simplificada, la credibilidad de la autoridad monetaria en la defensa del tipo de cambio. La falta de disponibilidad de datos obliga a ser menos exhaustivos en el análisis de lo que la teoría aconseja, por dos motivos básicos:
  - La capacidad de las autoridades monetarias en la defensa de su divisa no depende únicamente del volumen de reservas, dado que otros activos pueden ser igualmente utilizados.
  - Un análisis exhaustivo de la viabilidad o riesgo de incumplimiento del compromiso de la autoridad monetaria, requeriría analizar tanto las operaciones de balance como las de fuera de balance: futuros, opciones implícitas en determinados depósitos, etc.
- Variables que recogen el comportamiento de la política monetaria: Tasa de crecimiento del crédito y tasa de crecimiento de la cantidad de dinero de la economía (M2). Ambas

magnitudes se han mostrado relevantes en estudios anteriores y tratan de recoger momentos de posibles burbujas especulativas que pueden conducir, por aplicación de políticas monetarias y fiscales más exigentes, a situaciones de crisis.

- Variables que recogen el efecto contagio y el grado de aversión al riesgo de los agentes económicos.
- Una medida de contagio es el número de crisis que han ocurrido recientemente en los países que componen la muestra. Así, a cada situación de crisis se le asignaría un peso según el tiempo transcurrido desde la crisis y según la zona geográfica donde ha ocurrido. La regla general para calcular esta variable es:

$$W_i = \sum_{j=1}^k \frac{n_{ji} \cdot b_i}{j}$$

donde

- $j$ , indica el número de meses transcurridos desde la crisis
- $b_i$ , es un coeficiente de ponderación que dependerá del área geográfica en el que ha tenido lugar la crisis
- $n_{ji}$ , es el número de crisis que ocurren en la zona geográfica  $i$ ,  $j$  meses anteriores al mes actual.
- Sin embargo, la variable anterior sirve para predecir crisis una vez que la primera crisis se ha desarrollado, pero no permitiría adelantar la primera situación de crisis. Así, se considerará una nueva variable representativa de cuál es el grado de aversión o apetito por el riesgo que los agentes económicos tienen sobre estas economías emergentes. Un apetito por el riesgo hará que las inversiones hacia los países emergentes aumente y por lo tanto su divisa se fortalezca y sean menos probables los escenarios de crisis. Esta variable que recogería el grado de aversión o apetito al riesgo se podría definir como la diferencia entre el rendimiento medio en los últimos meses que ofrecen las bolsas de cada país, desde el punto de vista de un inversor en dólares que no hubiera cubierto el riesgo de cambio, y el rendimiento del índice Dow Jones norteamericano. Si esta variable es negativa es de esperar un aumento de la probabilidad de crisis, dado que refleja el poco interés de los inversores por estas economías emergentes.
- Por último, y como ya se ha indicado, dado que el modelo de crisis se estima manejando todos los países simultáneamente, se definirán tantas variables binarias como países considerados para recoger las características especiales de cada país. Cada una de estas variables tendrá asignado un coeficiente  $\beta$ .

## Resultados

Los resultados que muestra el modelo son satisfactorios en un doble sentido. En primer lugar, los coeficientes de las variables explicativas tienen el signo previsto según la teoría y estudios anteriores, siendo además todas las variables significativas al 90% de confianza:

- Así, por ejemplo, el coeficiente que acompaña al volumen de reservas es negativo indicando que una caída en las mismas aumenta la probabilidad de crisis
- El coeficiente de la variable que recoge las crisis pasadas es positivo, reflejando efecto de contagio

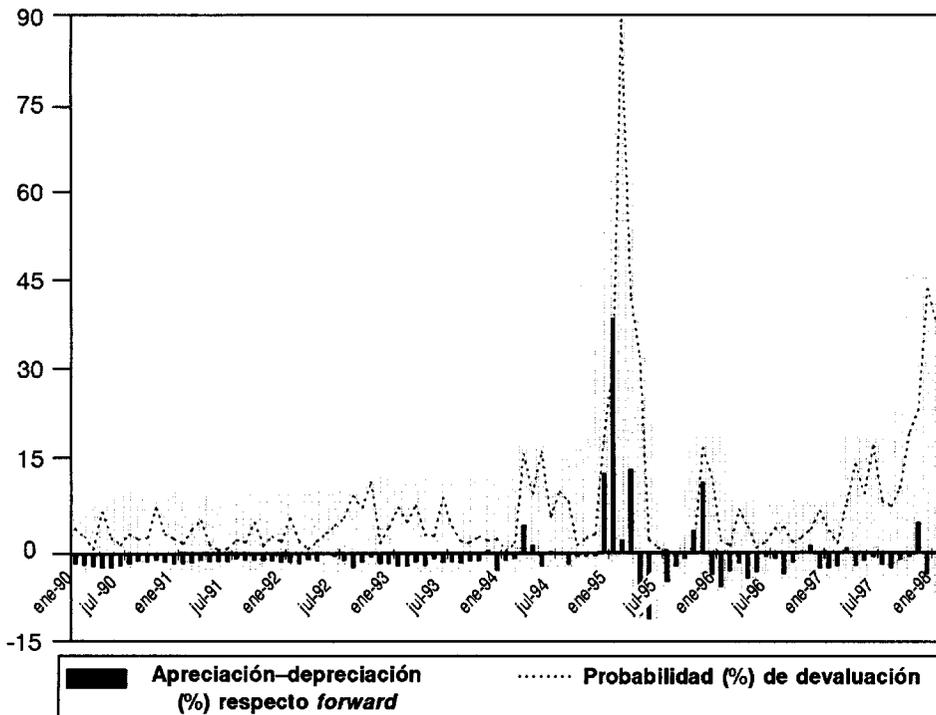
- La variable que hace referencia al apetito por el riesgo va acompañada por un coeficiente negativo, indicando que una menor propensión al riesgo que ofrecen estos países emergentes aumenta la probabilidad de crisis
- El coeficiente que acompaña a la variación de la M2 es negativo indicando, tal como señalan distintos informes del FMI, que en los meses anteriores a la crisis, unos 6 meses, es cuando esta variable alcanza su máximo.
- El coeficiente que acompaña al nivel de apreciación o depreciación efectivo de cada divisa es positivo, de modo que una apreciación efectiva de la divisa incrementa su probabilidad de devaluación.

En segundo lugar, la capacidad de predicción del modelo es aceptable poniéndose de manifiesto su capacidad para anticipar las situaciones de crisis sufridas por los países asiáticos recientemente, así como la experimentada por el peso mexicano en 1994–1995. En ambos casos el modelo llegaría a indicar probabilidades de crisis superiores al 60% en los momentos de la crisis, con un gran incremento respecto a la señalada en los meses previos, obteniéndose probabilidades inferiores al 15% en la mayoría de los periodos donde no tuvieron lugar crisis.

En las Figuras 10-2 y 10-3 se recogen los resultados del modelo para el caso particular de México.

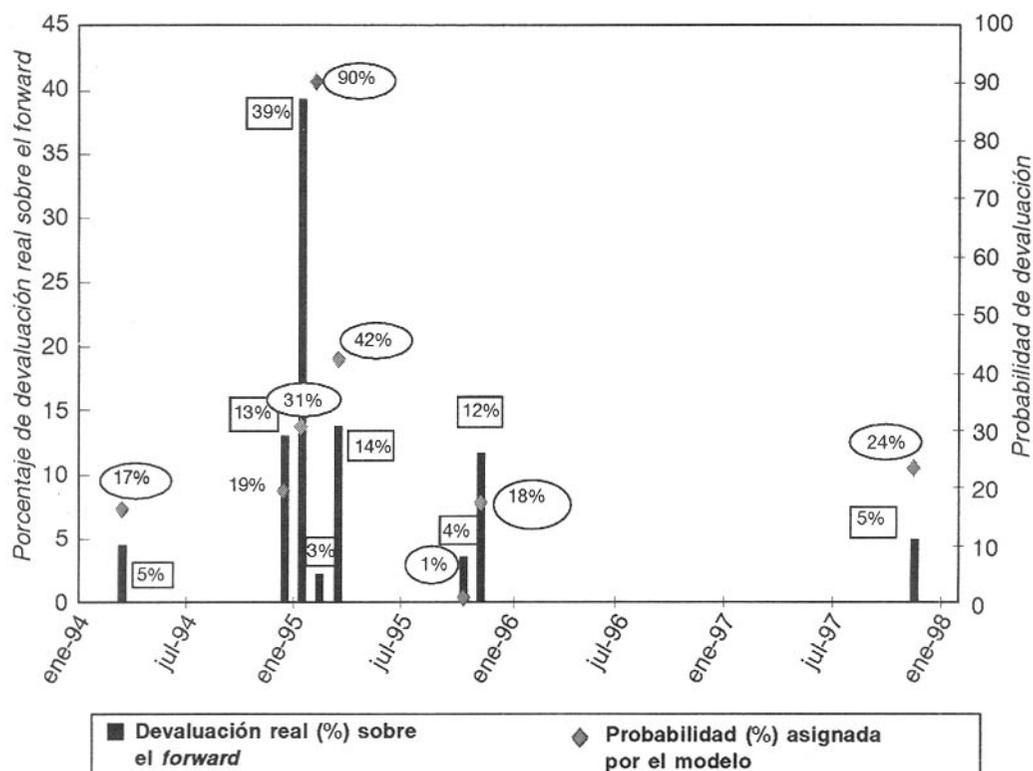
La Figura 10-2 muestra la apreciación–depreciación (en %) experimentada por el peso mexicano respecto a su tipo de cambio *forward* a 1 mes y la probabilidad que asigna el modelo con un mes de antelación. Valores positivos (negativos) en la diferencia de la devaluación real respecto a la indicada por el tipo de cambio *forward* indican una devaluación–depreciación (apreciación). Como se observa las probabilidades asignadas por el modelo tienden a incrementarse notablemente en los momentos de crisis de divisa.

Figura 10-2. Contraste de la validez del modelo para la economía mexicana



La Figura 10-3 presenta los momentos en que la crisis se manifiesta de forma más intensa, indicándose la magnitud de la devaluación experimentada por la divisa como exceso sobre la indicada por el *forward* y la probabilidad exacta que asigna el modelo con un mes de antelación.

Figura 10-3. Resultados del modelo en los momentos de crisis en la economía mexicana



Aun cuando los resultados son satisfactorios es necesario continuar el análisis en dos direcciones:

- Analizar la capacidad del modelo para predecir crisis en horizontes temporales diferentes al mes considerado en el estudio descrito.
- Determinar aquel nivel de probabilidad que optimiza el beneficio para el usuario, considerando tanto los costos en que se incurre en caso de error como los beneficios correspondientes a los éxitos asociados a la realización de la cobertura.

## Productos específicos

Las características propias del entorno en el que han evolucionado los mercados latinoamericanos han provocado la necesidad de desarrollar productos específicos acordes a la situación de estas economías en el pasado: calificación crediticia baja, altas tasas de inflación o riesgo de crisis monetarias.

En el presente capítulo se analizarán las características principales de los productos específicos que han surgido en este entorno con objeto de garantizar la calidad de las inversiones y mantener su atractivo, tanto para los inversores extranjeros como los locales. También se analizará el comportamiento especial que presentan algunos de los instrumentos tradicionales a la hora de aplicarles las condiciones reinantes en estos mercados.

Así, la crisis crediticia durante la década de los 80, que obligó a reestructurar la deuda externa de los principales países latinoamericanos, condujo a la aparición de instrumentos de financiamiento exterior que incorporasen garantías, siendo el principal exponente los bonos emitidos con motivo del Plan Brady.

Por otra parte, la dependencia de la financiación externa combinada con los altos diferenciales que se ven obligados a pagar los emisores locales pueden llegar a provocar un comportamiento sorprendente de algunos productos, como es el caso de los instrumentos a tipo flotante denominados en US\$, y que pueden llegar a tener duraciones negativas, de forma que aumentan de valor cuando suben los tipos de interés de referencia.

Por último se analizarán los instrumentos denominados en divisas locales pero vinculados a la evolución de la inflación para garantizar el poder adquisitivo de la inversión.

En cualquier caso, tanto la denominación de los instrumentos en US\$, como la inclusión de garantías o la vinculación de los pagos futuros a la evolución de la inflación tienen una finalidad única, que es la de crear un entorno de inversión que resulte atractivo para los inversores, reduciendo la exposición a la que se vieron sometidas las inversiones en el pasado y garantizando la estabilidad de los flujos de capital.

Todo el apartado gravita alrededor de instrumentos de renta fija. En el apéndice correspondiente (p. 336) se exponen los conceptos básicos de medición del riesgo, sensibilidades y volatilidades de este tipo de instrumentos.

## **BONOS BRADY**

Con motivo de la crisis de la deuda externa latinoamericana durante los años 80 se diseñaron una serie de instrumentos de renta fija bajo el plan coordinado por Nicholas Brady, Secretario del Tesoro de los Estados Unidos, para reestructurar los créditos bancarios que se habían concedido a entidades latinoamericanas y de los que no se podía garantizar la devolución.

Debido a la baja calidad crediticia que tenían en esos momentos los países del entorno, y para garantizar una salida a la crisis, estos productos se denominaron en divisas fuertes, principalmente dólares<sup>9</sup> y se mejoraron sus características crediticias mediante garantías. Así, dentro del Plan Brady se diseñó un plan de contingencia por el cual el pago del principal y algunos pagos de intereses estarían garantizados por bonos cupón cero del Tesoro de Estados Unidos y activos de alta calidad, depositados en cuentas del exterior. De esta forma, si el bono entrase en impago, el principal y parte de los intereses estarían garantizados por los colaterales, lo que reduce la exposición crediticia de estos instrumentos.

Esta situación hace que la valoración de estos instrumentos requiera una descomposición de los flujos, según se encuentren o no garantizados, ya que los pagos presentan distinto riesgo de crédito y, en consecuencia, el producto en su conjunto presenta un riesgo mixto entre el país emisor y Estados Unidos. Por tanto, como se verá más adelante, para comprender exactamente la prima de riesgo que los operadores del mercado introducen en estos bonos es necesario separar ambos riesgos.

No obstante, no todos los bonos emitidos bajo el Plan Brady poseen las mismas características en cuanto a estructura de pagos ni a garantías. Entre el abanico de instrumentos bajo esta denominación existen bonos con tipos de interés fijo y bonos con tipos de interés variable,

<sup>9</sup> La mayoría se encuentran emitidos en US\$, si bien también existen denominados en yenes, marcos, dólares canadienses, libras, francos franceses, francos suizos, liras y florines.

bonos con o sin garantía de principal, con o sin garantía de intereses, con o sin periodo de carencia, etc. No obstante, la forma de abordar el problema de los colaterales, en el caso de que existan, es la misma en todos los casos, de manera que el análisis se planteará de manera general sin considerar una estructura de flujos determinada.

Para ello, se analizarán en primer lugar los distintos tipos de garantías que podrían estar implantadas y, posteriormente, su efecto sobre la cotización del instrumento. Por último, se desarrollará la metodología para calcular las distintas medidas de riesgo asociadas a este tipo de instrumentos.

## Garantías

Básicamente, las garantías pueden ser de tres tipos: garantía sobre el principal, garantía fija sobre los intereses o garantía móvil sobre los intereses. Esta última es la que metodológicamente introduce mayor complejidad en el análisis.

- Garantía de principal: Aquellos bonos con el principal garantizado lo están a través de bonos cupón cero del Tesoro de Estados Unidos, depositados en la Reserva Federal.
- Garantía de intereses: Algunas emisiones pueden tener garantías sobre parte de los intereses futuros, normalmente una cantidad de dólares fija, que en el caso de instrumentos a tipo fijo significa cubrir los próximos 2 ó 3 pagos semianuales, mientras que en los de tipo variable dependerá de los tipos que se vayan fijando. De existir esta garantía puede adoptar dos modalidades:
  - Garantía fija: Asegura el pago de unos cupones determinados. Pasados estos cupones, la garantía desaparece.
  - Garantía móvil: Asegura el pago de los siguientes cupones hasta un monto, de manera que la garantía se traslada en el tiempo mientras no se produzca un impago.

Como es lógico, la existencia de garantías se traducirá en un mayor valor del instrumento al reducirse la rentabilidad exigida por los inversores a la luz de la mejora en el riesgo crediticio del instrumento.

## Valoración

Como se ha indicado anteriormente, la principal característica de los bonos Brady es la existencia de colaterales que garantizan parte de los pagos futuros a realizar por los emisores. Por tanto, el perfil de riesgo de estos instrumentos es mixto y será una especie de promedio entre el riesgo del emisor y el riesgo del Tesoro de Estados Unidos, en cualquier caso, siempre menor que el del emisor de manera individual. La reducción dependerá de la estructura de garantías que tenga implantada cada emisión.

Por tanto, si se calculase la tasa interna de rentabilidad asociada al instrumento, esta no sería representativa del nivel de rentabilidad que se le exigiría a otra emisión en el mismo plazo y emitida por el mismo emisor. Igualmente ocurriría si se calculase el diferencial de esta tasa sobre la rentabilidad de un bono del Tesoro de Estados Unidos con una estructura de flujos similar. Así, se plantea la necesidad de separar los diferentes riesgos que conviven en la estructura de flujos hasta llegar finalmente a los conceptos de *stripped yield* y *stripped spread* como medidas más exactas de la calidad crediticia que los operadores del mercado estarían asociando al emisor del instrumento. Estas dos valores estarían midiendo, respectivamente, la TIR implícita en el instrumento para productos denominados en dólares pero con el nivel de

riesgo asociado al emisor y el diferencial adicional que se estaría recibiendo con respecto a una inversión similar pero con riesgo del Tesoro de Estados Unidos<sup>9</sup>.

En los próximos apartados se abordará de la manera más intuitiva posible la problemática que introducen las garantías en la evaluación del riesgo del instrumento. Una metodología más rigurosa se expone en el apéndice correspondiente a bonos Brady (p. 351).

### **Tasa interna de rentabilidad**

En cualquier caso, el instrumento puede considerarse como un producto de renta fija tradicional y calcular la tasa interna de rentabilidad (TIR) asociada a su cotización. Sin embargo, y como se verá posteriormente, esta TIR no es una medida fiable de comparación con otros instrumentos por la mezcla de riesgos que existe implícitamente en el instrumento.

La TIR a vencimiento del bono se calcularía, teniendo en cuenta las convenciones del mercado, con la expresión tradicional<sup>10</sup>:

$$P = \sum \frac{CF_i}{(1 + TIR)^i}$$

Sin embargo, por lo anteriormente expuesto, el cálculo de la TIR convencional no es una medida fiable de comparación con los bonos del Tesoro de Estados Unidos ni con otros bonos Brady por no estar comparándose rentabilidades asociadas a niveles de riesgo definidos, sino que la rentabilidad medida a través del cálculo tradicional de la TIR correspondería a una emisión con un riesgo intermedio entre el del emisor y el del Tesoro de Estados Unidos.

En consecuencia, el objetivo es aislar cada uno de los riesgos y analizar la contribución de cada uno de ellos al precio final del instrumento.

### **Stripped yield y stripped spread**

El hecho de que existan garantías asociadas a algunos pagos del instrumento permite considerar una posición en un bono Brady como una cartera de dos instrumentos de renta fija con el mismo valor de mercado total que el bono, pero con riesgos completamente separados. Por tanto, se distinguirá entre flujos libres de riesgo (garantizados) y flujos con riesgo emisor (no garantizados). Así, los flujos se dividirán en<sup>11</sup>:

- $CF_i^g$ : flujo garantizado en el instante  $i$ .
- $CF_i^r$ : flujo con riesgo emisor en el instante  $i$ .

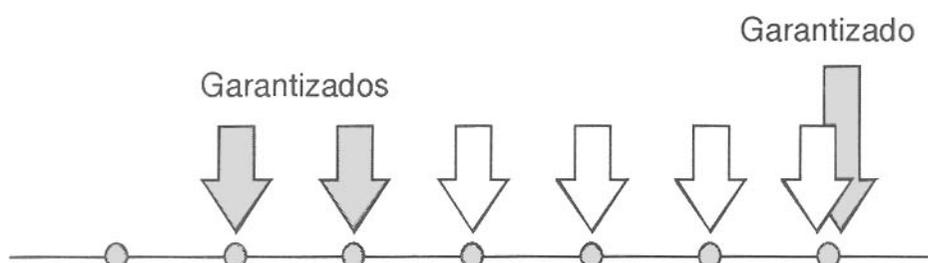
<sup>9</sup> En el resto del capítulo se supondrá en todo momento que los instrumentos analizados están denominados en dólares, por ser esta la divisa en la que mayoritariamente se emitieron los bonos Brady.

<sup>10</sup> Las rentabilidades calculadas, a efectos de este apartado, se expresarán como tipos compuestos dada que esta es la manera habitual en la que se cotizan en el mercado. No obstante, en el apéndice se expresarán como tipos continuos dada la mayor riqueza analítica que ofrecen.

<sup>11</sup> Como se verá más adelante, estos flujos podrán ser los flujos reales del papel o flujos equivalentes en el caso de la existencia de garantías móviles.

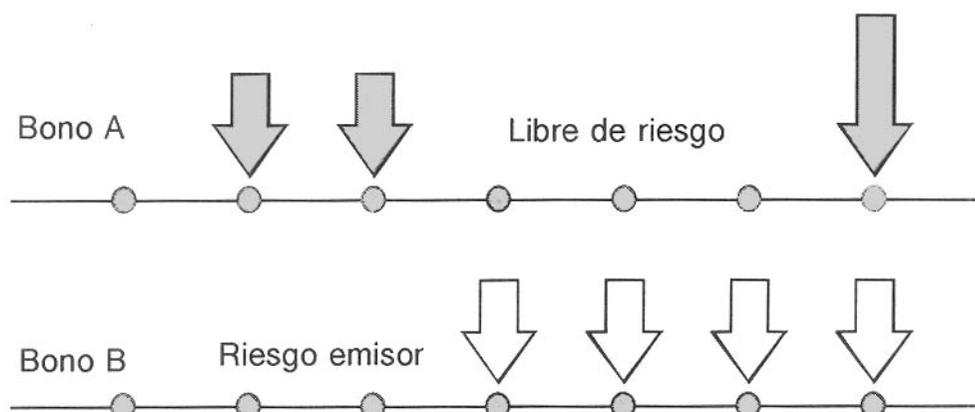
Suponiendo que las garantías que tiene el instrumento se aplicasen a los dos próximos pagos de intereses y al pago de principal se tendría la estructura de flujos mostrada en la Figura 10-4.

Figura 10-4. Estructura de flujos total



Así, se descompondría el bono en dos instrumentos de renta fija: uno libre de riesgo, formado por los flujos garantizados y otro con riesgo emisor, formado por los flujos no garantizados, tal y como se muestra en la Figura 10-5.

Figura 10-5. Descomposición de riesgos



Por tanto, el valor de mercado del bono será la suma de los dos bonos anteriores:

$$\text{precio} = \text{precio}_A + \text{precio}_B$$

El precio del bono A se obtendrá descontando sus flujos mediante la curva de tipos de interés libre de riesgo en dólares, mientras que el precio del bono B se obtendrá descontando sus flujos a las tasa de interés en dólares que se aplicarían a un instrumento con un nivel de riesgo igual al del emisor.

Sin embargo, como se ha indicado anteriormente, el objetivo que se persigue es precisamente identificar claramente el nivel de riesgo asociado al emisor (*stripped yield*) y su diferencial con respecto a los tipos libres de riesgo (*stripped spread*). Por tanto, se procederá a la inversa. Dado el precio del bono en su conjunto y dado el precio del bono A, que puede calcularse sin problemas porque la curva libre de riesgo es conocida, se calculará el precio del bono B:

$$\text{precio}_B = \text{precio} - \text{precio}_A$$

A partir de éste se podría obtener sin problemas su tasa interna de rentabilidad o *stripped yield*, y su diferencial con la curva libre de riesgo.

El *stripped yield* se define como la tasa interna de rentabilidad del bono construido a partir de los flujos con riesgo emisor:

$$\text{precio}_B = \sum \frac{CF_i}{(1 + SY)^{t_i}}$$

donde *SY* es el *stripped yield* y los flujos  $CF_i$  que se están descontando son únicamente los no garantizados.

El *stripped spread* es el diferencial que habría que aplicar sobre la curva libre de riesgo de manera que valorando el bono B con esta nueva curva se obtenga el mismo precio que valorándolo con el *stripped yield*.

$$\text{precio}_B = \sum \frac{CF_i}{(1 + CC_i + SY)^{t_i}}$$

donde  $CC_i$  serían los tipos cupón cero<sup>12</sup> libres de riesgo asociados al dólar.

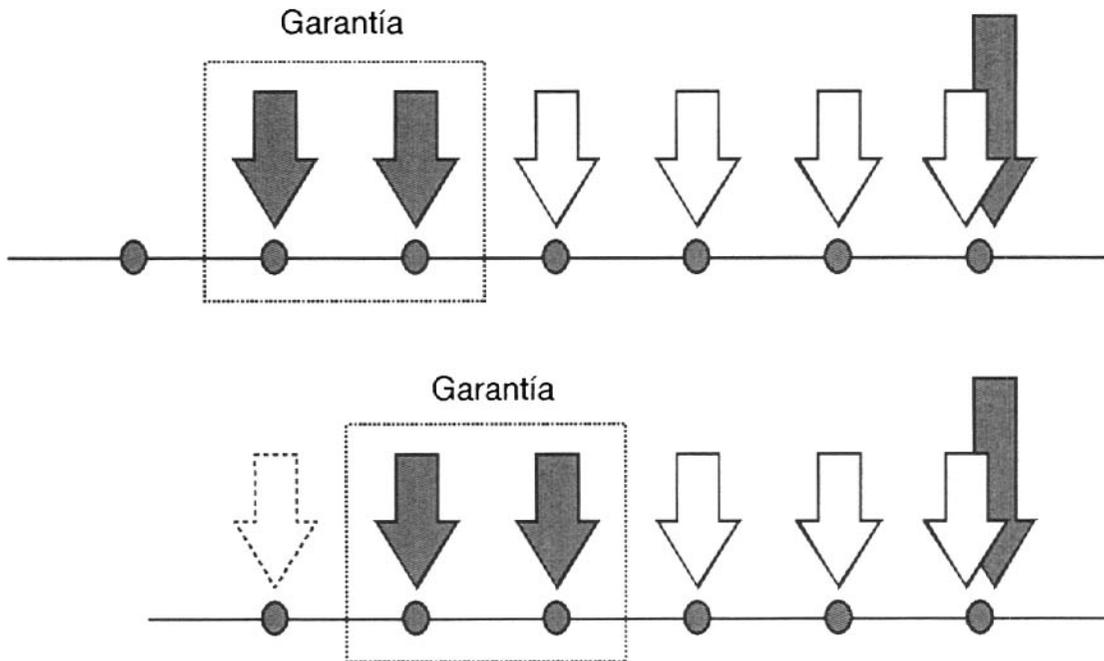
Este diferencial sería ya una medida del nivel de riesgo que el mercado asigna al emisor, ya que el bono B es un bono con “puro” riesgo emisor. Teniendo en cuenta que en el caso de los bonos Brady el emisor es un país, podría considerarse el *stripped spread* como el diferencial por riesgo país que se aplicaría a una inversión en dólares en dicho país a un plazo similar.

### **Bonos con garantía móvil**

En secciones previas se han introducido los conceptos de *stripped yield* y *stripped spread* a partir de una estructura de flujos en la que se conociera qué flujos estaban garantizados. Este sería el caso de una emisión que tuviera una garantía fija sobre los intereses, o el principal garantizado. Sin embargo, muchas de las emisiones de bonos Brady se encuentran estructuradas a través de garantías móviles que garantizan un importe determinado de intereses para los próximos pagos mientras no se produzca una situación de impago. De esta forma, todos los pagos de cupón se ven conferidos de un riesgo mixto, ya que potencialmente, se podrán ver protegidos por la cobertura de esta garantía. En esta caso, la metodología se complica, ya que un cupón que inicialmente no estuviera cubierto por la garantía podría estarlo al ir pasando el tiempo y no producirse impago, tal y como se puede observar en la Figura 10-6.

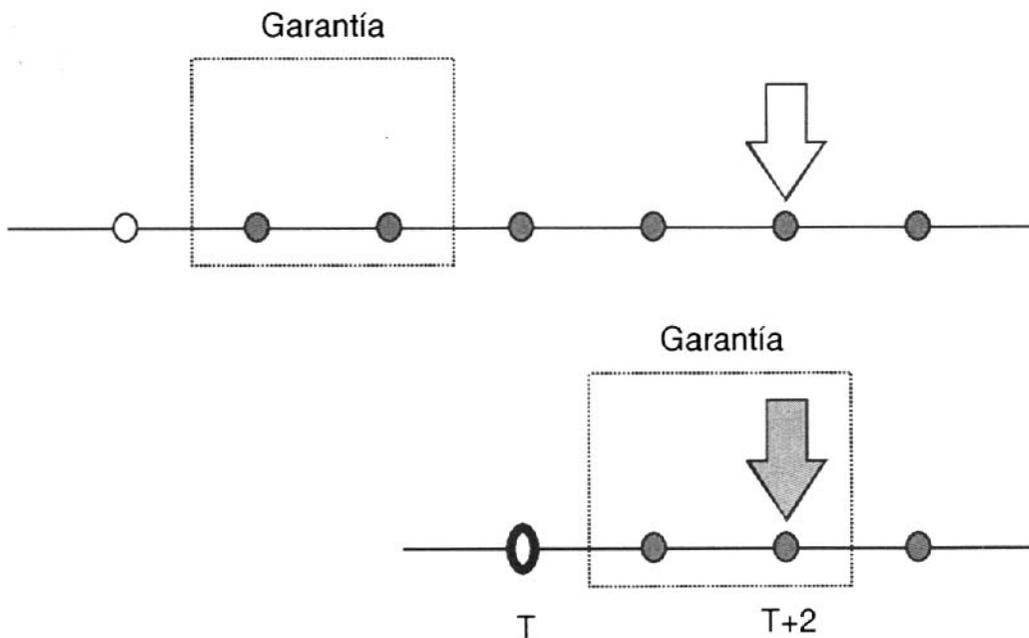
<sup>12</sup> El tipo cupón cero asociado a un instante temporal es la tasa interna de rentabilidad de un instrumento al descuento que tuviera vencimiento en dicho momento. La razón para emplear tipos cupón cero como base para aplicar el diferencial en lugar de hacerlo con la TIR de un bono del tesoro estadounidense similar reside en su mayor comodidad y en que no es evidente la elección del bono americano de referencia ya que la estructura de flujos que se está descontando (flujos no garantizados) no es homogénea y, en muchas ocasiones, carece de pago de principal.

Figura 10-6. Garantía móvil



Por tanto, el riesgo asociado a cada cupón evolucionaría desde riesgo país a libre de riesgo en función del instante considerado. Analicemos esta situación para uno sólo de los pagos de cupón futuros y supongamos que la garantía cubre los próximos dos pagos de cupón.

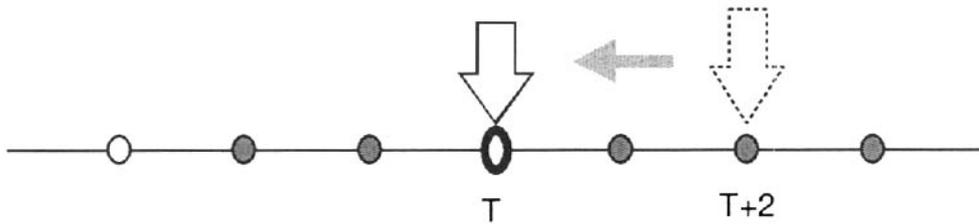
Figura 10-7. Efecto de la garantía móvil sobre un flujo



Como puede observarse en la Figura 10-7, hasta dos periodos antes del pago de cupón (instante  $T$  de la figura) el flujo tendría riesgo país, mientras que una vez sobrepasado ese punto, el flujo estaría libre de riesgo.

Por tanto, el flujo con riesgo mixto sería equivalente a un flujo que tuviera únicamente riesgo emisor y que estuviera asociado al instante  $T$ . Para ello, teniendo en cuenta que desde  $T$  hasta  $T+2$  el flujo se consideraría libre de riesgo, el flujo equivalente se obtendría descontado el flujo real desde  $T+2$  hasta  $T$  empleando la curva libre de riesgo (Figura 10-8).

**Figura 10-8. Flujo equivalente debido a la garantía móvil**



Para ello se calculará el tipo implícito asociado al periodo entre  $T$  y  $T+2$ , o lo que es lo mismo, se descontará desde  $T+2$  hasta hoy y se capitalizará hasta  $T$  empleando en ambos casos la curva libre de riesgo en dólares

$$CF_{\text{modificado}} = \frac{CF_{T+2} \cdot FD_{T+2}^{\$}}{FD_T^{\$}}$$

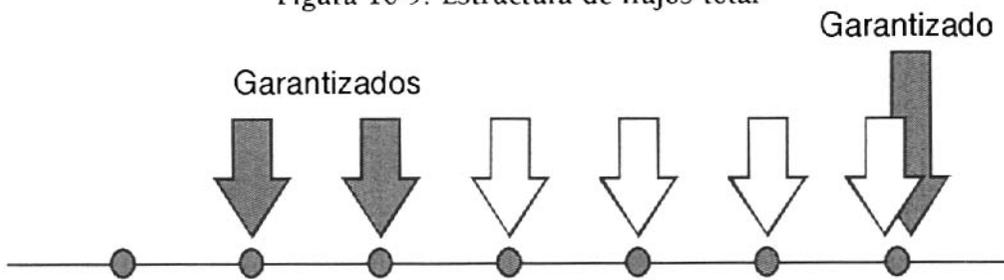
donde los  $FD^{\$}$  serían los factores de descuento asociados a los instantes  $T+2$  y  $T$  para la curva libre de riesgo y  $CF$  sería el flujo de riesgo mixto que se pretende modificar para aislar el efecto de riesgo emisor.

Generalizando este planteamiento a todos los flujos<sup>13</sup> que presentarían riesgo mixto en el momento de la valoración se estaría convirtiendo el bono inicial con garantía móvil a un bono equivalente con garantía fija al que se le podrían aplicar todos los conceptos de valoración introducidos anteriormente: *stripped yield* y *stripped spread*.

Por tanto, si se analizase de nuevo el bono en su conjunto, suponiendo que está sometido a una garantía móvil que cubre los próximos dos pagos de cupones y que el principal está garantizado, se partiría de la estructura que se muestra en la Figura 10-9.

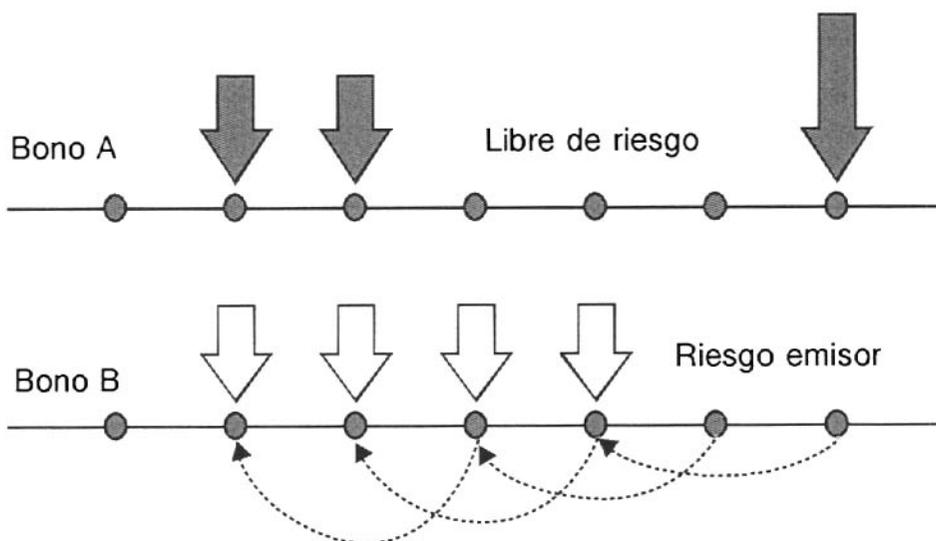
<sup>13</sup> En el caso de que el principal no estuviera garantizado no se le aplicaría esta corrección, ya que su riesgo sería únicamente riesgo emisor.

Figura 10-9. Estructura de flujos total



Sin embargo, los flujos no garantizados inicialmente lo pueden estar en el futuro, por lo que habría que corregirlos según el planteamiento anterior. De esta manera, el bono anterior se descompondría en dos bonos A y B, diferentes de los del caso general de garantía (Figura 10-10).

Figura 10-10. Descomposición de riesgos con garantía móvil



Desde el punto de vista del precio del instrumento, el efecto de la corrección de los cupones hace que, empleando las mismas tasas de rentabilidad que en el caso de garantía fija, el precio del bono en su conjunto sea mayor. Desde el punto de vista de las rentabilidades implícitas del instrumento, si se emplease el mismo precio que para el caso de garantía fija, estas serían inferiores. En cualquiera de los dos casos, el mayor precio o la menor rentabilidad implícita vendrían explicadas por la mejor calidad crediticia que presentaría el instrumento con garantía móvil.

### *Bonos de cupón flotante*

Hasta este punto todo el desarrollo se ha realizado suponiendo que el instrumento tiene una estructura de flujos conocida. Sin embargo, las garantías pueden ser aplicadas también a instrumentos con cupones flotantes, que se irían fijando a lo largo de la vida del bono y que estarán regidos por el tipo libre de riesgo asociado al periodo.

Como es lógico, cuanto peor sea la calidad crediticia del instrumento menor será su precio o mayor la rentabilidad que le exijan los inversores. De igual forma, la inclusión de garantías en su estructura mejorará sus características crediticias y su valoración por los operadores.

Sin embargo, para poder aplicar a estos bonos la misma metodología que se ha presentado en apartados anteriores habrá que convertirlos en una estructura de pagos fijos. Por tanto, habrá que estimar un valor para el tipo que sirve de referencia para el cálculo. Esto se realizará a través de la curva de tipos libre de riesgo determinando sus tipos implícitos.

Supongamos que el bono pagase cupones anuales iguales a la tasa libre de riesgo a un año. El primer pago se conoce, ya que el tipo de interés coincide con el tipo a un año libre de riesgo. El problema surge al estimar cuáles serán los tipos un año que habrá dentro de un año, dentro de dos, etc. Estos se determinarán haciendo uso de la curva libre de riesgo.

Si queremos estimar el tipo a un año para dentro de dos, tendremos que calcular el valor actual de un dólar de dentro de dos años y de dentro de tres y la rentabilidad implícita de una inversión que comenzase dentro de dos años y tuviese un plazo de uno.

Así, el valor actual de un dólar de dentro de dos años se corresponde con el valor del factor de descuento asociado a este instante, o sea,  $FD_2$ , mientras que el de un dólar de dentro de tres años será  $FD_3$ . Por tanto, el tipo de interés implícito para dentro de dos años será:

$$\text{Tipo implícito}_2 = \frac{FD_2}{FD_3} - 1$$

de manera que, generalizando para otros instantes:

$$\text{Tipo implícito}_t = \frac{1}{t} \cdot \left[ \frac{FD_t}{FD_{t+1}} - 1 \right]$$

Una vez estimados todos los cupones necesarios se calcularían los pagos de cupón asociados y se podrían determinar tanto el *stripped yield* como el *stripped spread* según la metodología anterior.

### Medidas de riesgo

Una vez analizado el procedimiento de valoración asociado a los bonos Brady, surge la necesidad de comprender cómo variará el valor del mercado del instrumento al modificarse las condiciones de mercado que lo determinan. Debido a la mezcla de riesgos que existen en los instrumentos con garantías, se ha visto que el precio del instrumento queda determinado, por una parte, por la curva de tipos libre de riesgo y, por otra, por el valor que los operadores del mercado asignen al riesgo del emisor a través de un diferencial sobre la curva anterior (*stripped spread*).

Sin embargo, no es suficiente con conocer la sensibilidad que presenta el producto a cada uno de los factores de riesgo a los que está expuesto, sino que, dado que estos no evolucionan de manera independiente, se deben conocer las relaciones que existen entre ellos de manera que se pueda obtener la volatilidad global del instrumento y aplicarle posteriormente el concepto de CER.

## Sensibilidad

El valor de los bonos Brady viene definido por la evolución de los tipos cupón cero libres de riesgo asociados al dólar y por la evolución del *stripped spread*. Por tanto, habrá que determinar la sensibilidad del instrumento a cada uno de estos factores. Para ello, no hay que olvidar que dado el carácter especial que presentan estas emisiones, su análisis se ha realizado dividiéndolas en otros dos bonos en los que ya no existiría mezcla de riesgos. Así, la sensibilidad que presente el bono Brady a cada uno de los factores de riesgo se compondrá de la que presente el bono libre de riesgo y de la que presente el bono con riesgo emisor. Evidentemente, el primero de ellos sólo se verá influenciado por las variaciones que sufran los tipos cupón cero libres de riesgo, mientras que el segundo se verá influenciado además por los movimientos en el *stripped spread*.

De manera similar al planteamiento habitual del cálculo de la sensibilidad de un instrumento de renta fija, se expresará la sensibilidad de un bono Brady como la suma de términos de primer orden de manera que:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \sum \left[ -D_i \cdot \Delta CC_i \right] - D_{SS} \cdot \Delta SS$$

donde los  $D_i$  serían las contribuciones de primer orden del tipo cupón cero asociado al instante  $i$  y  $D_{SS}$  sería la contribución de primer orden del *stripped spread*.

El valor de los coeficientes  $D_i$  y  $D_{SS}$  se podrá determinar de manera numérica<sup>14</sup> modificando, de manera independiente, el valor de cada uno de los tipos de interés involucrados en el proceso de valoración y calculando la variación del precio del bono.

Así, para determinar el coeficiente  $D_i$  se supondrá que, únicamente el tipo cupón cero asociado al instante  $i$  varía en una pequeña cantidad (por ejemplo, 1 punto básico<sup>15</sup>) y el resto de cupones cero, así como el *stripped spread* se mantienen constantes. Estas nuevas condiciones darán lugar a un nuevo precio del bono, de manera que

$$D_i = - \frac{\Delta P / P}{\Delta CC_i}$$

En el caso de que el instrumento considerado fuese de cupón flotante es muy importante señalar que la variación en el valor de los tipos de la curva libre de riesgo no sólo afecta al valor actual, sino que, al modificarse los tipos implícitos, hay que calcular de nuevo todos los pagos de cupón. Por tanto, en este caso habría un doble efecto. Por un lado, variarían los pagos de cupón, y por otro, los factores de descuento. En el caso de diferencial cero y pagos de cupón sin margen adicional, estos dos efectos se compensan exactamente.

Para el caso del coeficiente  $D_{SS}$ , asociado al *stripped spread*, el procedimiento es el mismo, modificándose el diferencial en una pequeña cantidad y manteniendo la curva libre de riesgo sin cambio. Así,

<sup>14</sup> En el apéndice (p. 351) se desarrollan las expresiones analíticas para cada uno de los coeficientes  $D_i$  y  $D_{SS}$ . Estas se obtienen calculando la primera del precio del bono con respecto a cada una de las variables que determinan su valor de mercado. En este apartado, y con objeto de no introducir más complejidad metodológica de la necesaria se plantea su cálculo numérico.

<sup>15</sup> 1 punto básico = 0,01%

$$D_{ss} = -\frac{\Delta P / P}{\Delta SS}$$

Una vez determinados todos los coeficientes, sería sencillo simular el comportamiento del instrumento bajo distintos escenarios, para lo cual, sólo habría que especificar la variación asociada a cada uno de los tipos cupón cero y al *stripped spread* y aplicar la expresión de la variación relativa del precio.

El siguiente paso será el cálculo del efecto combinado de todas las variables a través de las relaciones que existen entre ellas. Así, los tipos cupón cero cercanos en el tiempo evolucionarán de forma similar dada su alta correlación, mientras que el *stripped spread* se verá afectado por otros factores más vinculados a la propia situación financiera del país emisor.

### Volatilidad

Según se ha visto, la variación en el precio del bono Brady puede aproximarse por:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx \sum [-D_i \cdot \Delta CC_i] - D_{ss} \cdot \Delta SS$$

Suponiendo que tanto los tipos de interés libres de riesgo como el *stripped spread* se comportan como una variable aleatoria normal, la variación relativa del precio del instrumento también se comportará como una variable normal, cuya volatilidad vendrá definida por:

$$\sigma^2 = \left\{ \begin{matrix} D_1 \sigma_1 & D_2 \sigma_2 & \dots & D_n \sigma_n & D_{ss} \sigma_{ss} \end{matrix} \right\} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} & \rho_{1s} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \dots & \dots & 1 & \rho_{ns} \\ \rho_{s1} & \dots & \dots & \rho_{sn} & 1 \end{bmatrix} \left\{ \begin{matrix} D_1 \sigma_1 \\ D_2 \sigma_2 \\ \dots \\ D_n \sigma_n \\ D_{ss} \sigma_{ss} \end{matrix} \right\}$$

Por consiguiente, una vez calculada la volatilidad del instrumento, sólo habría que emplear las expresiones para el cálculo del CER que se explican en el capítulo dedicado a la evaluación del riesgo de mercado.

### Ejemplo

En el siguiente ejemplo se analiza el caso de dos bonos, cupón fijo o cupón flotante, denominados en US\$ y emitidos con la estructura de garantías de un bono Brady, cubriendo tanto el caso de garantía fija como el de móvil. Supongamos que el mercado está cotizando el nivel de riesgo asociado al emisor como un diferencial de 400 puntos básicos (4%) sobre la curva libre de riesgo en US\$ (en todos los plazos). Así, los factores de descuento (FD) para cada uno de los plazos serán los que se muestran a continuación.

## Factores de descuento según el nivel de riesgo

Plazo	Libre de riesgo		Riesgo emisor	
	Tipo cupón cero (%)	FD	Tipo cupón cero (%)	FD
1	5,25	0,9501	9,25	0,9153
2	5,30	0,9019	9,30	0,8371
3	5,34	0,8555	9,34	0,7650
4	5,37	0,8112	9,37	0,6989
5	5,40	0,7688	9,40	0,6381
6	5,42	0,7284	9,42	0,5825
7	5,45	0,6898	9,45	0,5316
8	5,47	0,6530	9,47	0,4848
9	5,50	0,6178	9,50	0,4420
10	5,52	0,5843	9,52	0,4028

**Bono con cupón fijo**

Supongamos un bono denominado en US\$, con vencimiento dentro de 10 años, que paga cupones anuales del 5%. En la tabla siguiente se muestran los flujos reales asociados al bono.

## Flujos del bono

Año	Cupón (%)	Nominal (%)	Total (%)
1	5	—	5
2	5	—	5
3	5	—	5
4	5	—	5
5	5	—	5
6	5	—	5
7	5	—	5
8	5	—	5
9	5	—	5
10	5	100	105

En los párrafos siguientes se analizará este bono bajo cuatro alternativas posibles: libre de riesgo, riesgo emisor, garantía fija y garantía móvil.

- Libre de riesgo o riesgo emisor: Tanto si el bono no tiene garantías (puro riesgo emisor) como si tiene garantizados todos los flujos (libre de riesgo), el cálculo del precio se reduce a calcular directamente el valor actual de sus flujos multiplicando cada uno de los flujos por el factor de descuento con riesgo emisor para el primer caso, y por los factores libres de riesgo para el segundo. Los resultados se muestran a continuación.

**Precio sin garantías**

Año	Flujo (%)	Valor actual (%)	
		Libre de riesgo	Riesgo emisor
1	5	4,75	4,58
2	5	4,51	4,19
3	5	4,28	3,83
4	5	4,06	3,49
5	5	3,84	3,19
6	5	3,64	2,91
7	5	3,45	2,66
8	5	3,26	2,42
9	5	3,09	2,21
10	105	61,35	42,29
	Total	96,24	71,77

- **Garantía fija:** En el caso de que exista una garantía fija, es necesario dividir el bono en otros dos bonos equivalentes al inicial pero que no tengan un riesgo mixto. A estos dos nuevos se les aplicarían de nuevo los mismos factores de descuento anteriores, dependiendo del nivel de riesgo, tal y como se muestra a continuación.

**Precio con garantía fija**

Año	Flujo (%)	Bono libre de riesgo (%)	Bono con riesgo emisor (%)	Valor actual (%)	
				Libre de riesgo	Riesgo emisor
1	5	5		4,75	
2	5	5		4,51	
3	5		5		3,83
4	5		5		3,49
5	5		5		3,19
6	5		5		2,91
7	5		5		2,66
8	5		5		2,42
9	5		5		2,21
10	105	100	5	58,43	2,01
			Total	67,69	22,73
			Precio del bono	90,42	

Como puede observarse, el precio al incorporarle las garantías fijas se sitúa entre los precios anteriores, correspondientes a los casos extremos en los que el bono sólo tiene un nivel de riesgo.

- **Garantía móvil:** Al igual que en el caso anterior, al incluir el efecto de una garantía móvil será necesario dividir el bono en otros dos bonos equivalentes que separen la mezcla de riesgos. Para ello, y dado que los flujos futuros del instrumento pueden

pasar de no estar a estar cubiertos por las garantías, se precisa una corrección adicional, consistente en situar los flujos que inicialmente no están garantizados en un instante temporal dos periodos anterior a su fecha de pago. Para ello, se emplea la curva libre de riesgo, calculándose el factor de descuento implícito a aplicar a cada flujo como el cociente entre el factor de descuento asociado a su fecha de pago y el factor de descuento asociado al instante dos periodos anterior. Los cálculos realizados se muestran en la tabla siguiente.

Precio con garantía móvil						
Año	Flujo (%)	Bono libre de riesgo (%)	FD implícito	Bono con riesgo emisor (%)	Valor actual (%)	
					Libre de riesgo	Riesgo emisor
1	5	5		4,502	4,75	4,12
2	5	5		4,497	4,51	3,76
3	5		0,9004	4,493		3,44
4	5		0,8995	4,490		3,14
5	5		0,8986	4,486		2,86
6	5		0,8979	4,482		2,61
7	5		0,8973	4,478		2,38
8	5		0,8965	4,474		2,17
9	5		0,8957			
10	105	100	0,8948		58,43	
					67,69	24,48
				Precio	92,18	

Como puede observarse, el nuevo precio es superior al del caso de la garantía fija, ya que la garantía móvil ofrece una mejor cobertura crediticia, pero sigue por debajo del obtenido para el caso libre de riesgo. Los resultados obtenidos se resumen en la tabla siguiente, donde se observan las mejores condiciones que presentan los bonos Brady gracias al plan de mejora crediticia que incorporan las garantías.

Resumen de resultados	
	Precio (%)
Riesgo emisor	71,77
Garantía fija	90,42
Garantía móvil	92,18
Libre de riesgo	96,24

El siguiente paso es analizar el comportamiento de los instrumentos ante variaciones en la curva de tipos y en el diferencial. Para ello supondremos que la matriz de volatilidades y

correlaciones existente entre los distintos plazos de la curva libre de riesgo y el diferencial es la siguiente.

Matriz de volatilidades y correlaciones (%)												
Vol.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SS	
1	0,1	100	90	85	80	75	70	65	60	55	50	5
2	0,2		100	90	85	80	75	70	65	60	55	10
3	0,3			100	90	85	80	75	70	65	60	15
4	0,4				100	90	85	80	75	70	65	20
5	0,5					100	90	85	80	75	70	25
6	0,6						100	90	85	80	75	30
7	0,7							100	90	85	80	35
8	0,8								100	90	85	40
9	0,9									100	90	45
10	1,0										100	50
SS	4,0											100

Procediendo como se indicó anteriormente (p. 297) se calcularían los coeficientes de riesgo,  $D_i$  y  $D_{SS}$ , asociados a cada uno de los plazos y al diferencial.

Coeficientes $D_i$ y $D_{SS}$		
	Sin garantías	Garantía fija
1	0,0583	0,0499
2	0,1066	0,0946
3	0,1460	0,1159
4	0,1777	0,1410
5	0,2026	0,1608
6	0,2218	0,1760
7	0,2360	0,1873
8	0,2458	0,1951
9	0,2520	0,2000
10	5,3537	6,2948
SS	7,0004	1,3785

Como puede observarse, la contribución del *stripped spread* (SS) se ve sensiblemente reducida en el caso de que el principal se encuentre garantizado, ya que no contribuye a determinar el valor de mercado del bono con riesgo emisor y el principal es el flujo que más peso tiene en el precio final.

Los coeficientes determinados se aplicarán a la matriz de correlaciones y volatilidades para determinar la volatilidad del precio del bono en su conjunto. Los resultados para cada uno de los cuatro casos considerados se muestran en la tabla siguiente.

### Resumen de volatilidades

	Volatilidad (%)
Riesgo emisor	31
Garantía fija	11
Garantía móvil	9
Libre de riesgo	7

Al eliminarse con las garantías el efecto del *stripped spread* sobre el nominal del bono, la volatilidad del instrumento se ve reducida considerablemente.

### Bono con cupón flotante

Supongamos un bono denominado en US\$, con vencimiento dentro de 10 años y cuyo tipo de interés de referencia fuese el valor del tipo libre de riesgo a un año, que se fija cada año. Suponiendo la misma curva de mercado que en el ejemplo anterior, en la tabla siguiente se muestran los pagos de cupón estimados.

### Flujos variables estimados

Plazo	Datos de mercado		Bono	
	Cupón cero (%)	FD	Tipo implícito (%)	Total (%)
1	5,25	0,9501	5,25	5,25
2	5,30	0,9019	5,35	5,35
3	5,34	0,8555	5,42	5,42
4	5,37	0,8112	5,46	5,46
5	5,40	0,7688	5,52	5,52
6	5,42	0,7284	5,54	5,54
7	5,45	0,6898	5,59	5,59
8	5,47	0,6530	5,64	5,64
9	5,50	0,6178	5,69	5,69
10	5,52	0,5843	5,74	105,74

Así, suponiendo el mismo diferencial de 400 puntos básicos que en el ejemplo anterior, los precios de este instrumento para cada uno de los niveles de riesgo analizados serían los siguientes.

### Resumen de precios

	Precio (%)
Riesgo emisor	74,81
Garantía fija	93,49
Garantía móvil	95,44
Libre de riesgo	100,00

Si ahora se quisiera calcular la volatilidad del instrumento (suponiendo la misma matriz de volatilidades y correlaciones que en el ejemplo anterior) habría que determinar en primer lugar los coeficientes  $D_i$ , modificando el valor de cada uno de los factores y calculando de nuevo el valor del instrumento. Sin embargo, en este punto habría una pequeña diferencia con respecto al caso del bono con cupón fijo. Al variar las condiciones del mercado variarían también los flujos estimados, de manera que no sólo habría que calcular el nuevo valor del bono, sino que habría que calcular también la nueva estructura de pagos de flujos.

Coeficientes de riesgo	
Sin garantías	
1	-0,0448
2	-0,0819
3	-0,1123
4	-0,1368
5	-0,1562
6	-0,1711
7	-0,1822
8	-0,1900
9	-0,1949
10	-0,1970
SS	6,9230

Así, los coeficientes para el caso de puro riesgo emisor serían los de la tabla anterior, en la que aparece un resultado aparentemente sorprendente al ser los coeficientes negativos para los tipos de la curva libre de riesgo. Así, si los tipos suben y el diferencial se mantiene constante el precio del bono también sube, lo que está en contradicción con el pensamiento tradicional según el cual los precios de los instrumentos de pago de intereses se comportan de manera inversa a la evolución de los tipos. Esta situación se debe a la baja calidad crediticia del emisor y al alto diferencial que esto supone. Al hablar de los bonos con cupón variable se tratará este aspecto con mayor detalle. A continuación se procederá a calcular las volatilidades para cada uno de los casos, que son las de la tabla siguiente.

Resumen de volatilidades	
	Volatilidad (%)
Riesgo emisor	27
Garantía fija	7
Garantía móvil	5
Libre de riesgo	0

Como puede observarse, la volatilidad del instrumento con todos los flujos garantizados (libre de riesgo) sería cero, debido a que al variar las condiciones del mercado varían tanto los factores de descuento como los pagos de los flujos, compensándose ambos efectos. Sin embargo, cuando existe riesgo emisor, los factores de descuento tienen en cuenta el diferencial que aplica el mercado y no se compensan. De esta forma, aunque se piensa que los instrumentos

a tipo variable no introducen riesgo de mercado, esto sólo es verdad en el caso de que la curva de tipos que se emplea para estimar los pagos futuros sea la misma que se emplea para descontarlos a valor presente.

Independientemente de estas circunstancias, a mayor nivel de riesgo mayor volatilidad, lo que queda recogido por la mejora que suponen las garantías en la calidad crediticia del bono.

## BONOS CON CUPÓN VARIABLE

Al analizar el comportamiento de los bonos Brady ya se adelantó una de las características especiales que presentan los instrumentos con cupones variables cuando la calidad crediticia del emisor es penalizada por los operadores del mercado con diferenciales sobre la curva de referencia. En este caso el bono se comporta al contrario de lo que podría pensarse en un principio, ya que una subida de los tipos de interés de referencia no se traduce en una bajada del precio, sino en un incremento.

El hecho de que en estos instrumentos los pagos de cupón sean variables y estén vinculados al nivel que tengan los tipos de interés al inicio del periodo de devengo hace que su valoración dependa por partida doble de la curva de referencia. Por una parte, esta curva serviría para estimar los cupones futuros del instrumento, mientras que por otra serviría también para descontarlos y calcular su valor presente. Sin embargo, la curva de descuento no es siempre la curva de referencia, sino que se encuentra convenientemente modificada para recoger las condiciones particulares del instrumento, principalmente la calidad del emisor. Por tanto, su sensibilidad dependerá de dos factores de riesgo (véase la sección correspondiente, p. 348), de forma que la variación relativa del precio se expresaría como:

$$\frac{\Delta P}{P} = - \left[ D_{ref} \cdot \Delta TIR_{ref} + D_{diferencial} \cdot \Delta diferencial \right]$$

en donde a la hora de calcular la sensibilidad frente a variaciones en la curva de referencia es necesario tener en cuenta que no sólo variarían los factores de descuento, sino también los cupones estimados.

Por último, si lo que se quiere tener en cuenta es la exposición real del instrumento, habrá que tener en cuenta las volatilidades de los tipos de referencia, la volatilidad del diferencial y la correlación entre ambos, de manera que la volatilidad del precio será:

$$\sigma_{precio}^2 = \left[ D_{ref} \cdot \sigma_{ref} \right]^2 + \left[ D_{dif} \cdot \sigma_{dif} \right]^2 + 2\rho \cdot D_{ref} \cdot \sigma_{ref} \cdot D_{dif} \cdot \sigma_{dif}$$

Con objeto de analizar toda esta serie de comportamientos se procederá a estudiar un ejemplo concreto que se encuentra en estas circunstancias. No obstante, en el apéndice (p. 362) se desarrolla con más detalle la problemática de la valoración de estos instrumentos y las razones de la aparición de duraciones negativas.

### Ejemplo

Supongamos un bono a 10 años, que paga cupones anuales iguales al tipo a 1 año libre de riesgo que se fije al inicio de cada periodo, y que devuelve el nominal del instrumento al final del último año. Las condiciones de mercado vienen definidas por la curva libre de riesgo, expresada en tipos cupón cero continuos, tal como muestra la tabla siguiente.

**Curva cupón cero libre de riesgo**

Año	CCC (%)	Factor de descuento
1	6,00	0,9418
2	6,15	0,8843
3	6,30	0,8278
4	6,45	0,7726
5	6,60	0,7189
6	6,75	0,6670
7	6,90	0,6169
8	7,05	0,5689
9	7,20	0,5231
10	7,35	0,4795

Para poder valorar el instrumento será necesario estimar los tipos a un año futuros, lo que se hará a través de la curva anterior y según la expresión:

$$CF_i = \frac{FD_{i-1}}{FD_i} - 1$$

Por tanto, la estructura de pagos de cupón queda como muestra la tabla siguiente.

**Cupones y flujos variables estimados**

Año	Cupón (%)	Nominal (%)	Total (%)
1	6,18	—	6,18
2	6,50	—	6,50
3	6,82	—	6,82
4	7,14	—	7,14
5	7,47	—	7,47
6	7,79	—	7,79
7	8,11	—	8,11
8	8,44	—	8,44
9	8,76	—	8,76
10	9,09	100	109,09

Sin embargo, para poder calcular el valor de mercado del instrumento no se utilizará directamente la curva de factores de descuento de referencia, libre de riesgo, sino que hay que modificarla convenientemente para recoger el distinto nivel de riesgo que el mercado está asignando al emisor. Para ello se supondrá un diferencial uniforme que se aplicará directamente sobre los tipos cupón cero anteriores, determinándose los factores de descuento correspondientes a la curva con riesgo. Esta curva se empleará únicamente para calcular el valor actual de los cupones previamente estimados con la curva libre de riesgo, pero no se calcularán de nuevo estas estimaciones. Así, para diferentes diferenciales se obtendrían los precios y tasas de

rentabilidad internas (calculadas como si de un instrumento de cupones fijos se tratase) que se indican a continuación.

Precio en función del nivel de riesgo									
Diferencial (%)	-1,0	-0,5	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Precio (%)	107,9	103,8	100,0	92,8	86,2	80,2	74,6	69,5	64,9
TIR (%)	6,4	6,9	7,4	8,5	9,6	10,7	11,8	12,9	14,0

Como era previsible, una peor calidad del emisor se traduce en un precio más bajo del instrumento o en una tasa de rentabilidad más alta. Por tanto, si el diferencial que asigna el mercado se incrementa el valor del bono se reduce y al contrario. Por tanto, el instrumento presentará duración positiva ante variaciones en el diferencial. Sin embargo, esto era fácilmente previsible, ya que para aplicar este diferencial ya se han fijado previamente los cupones del instrumento que, por tanto, se comportará como de cupones fijos.

Hasta este punto, el comportamiento del instrumento no presenta ninguna característica especial. Sin embargo, cuando se analiza su comportamiento ante variaciones en la curva de tipos de referencia aparecen las primeras peculiaridades.

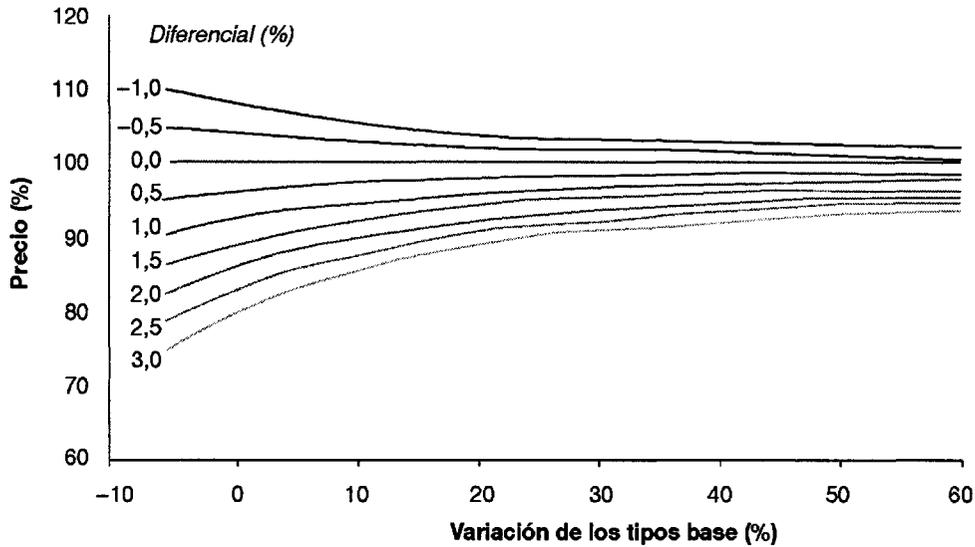
Supongamos que el diferencial que el mercado estuviera asignando al emisor fuera del 3% para esta emisión. Si se produjera una variación en la curva libre de riesgo y este diferencial se mantuviera constante, se obtendrían los valores de mercado y tasas de rentabilidad siguientes.

Comportamiento del precio ante un movimiento del mercado									
Desplazamiento (%)	-4,0	-3,0	-2,0	-1,0	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0
Precio (%)	76,9	77,8	78,6	79,4	80,2	80,9	81,5	82,2	82,8
TIR (%)	6,5	7,5	8,6	9,6	10,7	11,8	12,9	14,0	15,1

Como puede observarse, al incrementarse los tipos de interés de referencia, tanto la TIR del instrumento como su valor de mercado se incrementan y viceversa, lo que significaría que el instrumento presentaría duración negativa, pese a la creencia habitual de que una subida de tipos siempre se traduce en una caída de las cotizaciones. No obstante, no hay que olvidar que se está suponiendo que el diferencial se mantiene constante.

Rehaciendo los cálculos anteriores para distintos diferenciales y distintas variaciones en la curva libre de riesgo el comportamiento de los precios se puede representar gráficamente tal y como se muestra en la Figura 10-11.

Figura 10-11. Comportamiento del precio de un bono con cupón variable



Como se observa, cuando los diferenciales son positivos el instrumento presenta duración negativa, aumentando de valor al aumentar los tipos libres de riesgo, mientras que cuando los diferenciales son negativos (mejor riesgo que la curva base) presentan duración positiva, disminuyendo el precio al aumentar los tipos.

Como los pagos de cupón están vinculados a la evolución de los tipos libres de riesgo, si estos suben también lo hará el cupón. Sin embargo, a la hora de calcular el valor actual de estos cupones se emplea la curva base modificada más el diferencial asignado, lo que se traduce en el efecto contrario, ya que los factores de descuento disminuyen al aumentar los tipos de interés. Cuando el diferencial es nulo, ambos efectos se compensan y el instrumento siempre estará valorado a la par independientemente de la evolución de la curva. Sin embargo, cuando el diferencial es positivo, pesa más el primer efecto, lo que provoca que el valor actual se incremente. Cuando el diferencial es negativo, pesa más el efecto del descuento y el precio se reduce.

Suponiendo que todos los plazos de la curva se desplazan por igual, la sensibilidad del instrumento vendría dada por:

$$\frac{\Delta P}{P} = -[D_{ccc} \cdot \Delta CCC + D_{dif} \cdot \Delta \text{diferencial}]$$

donde  $D_{ccc}$  es la sensibilidad ante variaciones de la curva de referencia y  $D_{dif}$  la sensibilidad ante variaciones en el diferencial por riesgo. A continuación se muestran los coeficientes calculados para distintos coeficientes, observándose los efectos indicados anteriormente.

#### Coeficientes de riesgo según el nivel de riesgo

Diferencial (%)	-1,0	-0,5	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
$D_{ccc}$	0,291	0,146	0,000	-0,298	-0,601	-0,911	-1,225	-1,544	-1,868
$D_{dif}$	7,619	7,570	7,521	7,421	7,319	7,214	7,106	6,997	6,885

Si ahora se quisiera ver el efecto combinado de ambas variables, habría que considerar las volatilidades de la curva de referencia y del diferencial, así como, la correlación entre ambas. La volatilidad del instrumento sería:

$$\sigma^2 = \left\{ D_{ccc} \sigma_{ccc} \quad D_{dif} \sigma_{dif} \right\} \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_{ccc} \sigma_{ccc} \\ D_{dif} \sigma_{dif} \end{Bmatrix}$$

#### Matriz de correlaciones y volatilidades (%)

	Curva libre		
	Volatilidades	de riesgo	Diferencial
Curva libre de riesgo	1	100	70
Diferencial	6	70	100

Aplicando esta expresión a los distintos escenarios de diferenciales por riesgo y aplicando las condiciones de volatilidad y correlaciones de la matriz anterior, se obtienen los siguientes valores de volatilidad del instrumento.

#### Volatilidad constante para todos los diferenciales

Diferencial (%)	-1,0	-0,5	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Volatilidad (%)	21,1	20,7	20,4	19,6	18,9	18,2	17,5	16,7	16,0

Aquí puede observarse cómo el efecto de las duraciones negativas compensa la volatilidad del diferencial<sup>16</sup>. No obstante, el planteamiento anterior no sería muy realista porque se estaría asignando la misma volatilidad del diferencial en todos los casos, cuando el mismo bono con diferencial 0 (menor riesgo) no debería presentar mayor volatilidad (mayor riesgo) que con un diferencial del 6%. Si por el contrario suponemos que las volatilidades son directamente proporcionales al valor del diferencial, mayores niveles de riesgo presentarán mayores volatilidades (como se muestra a continuación) y conducirán a mayores consumos de capital.

#### Volatilidad según el nivel de riesgo

Diferencial (%)	0,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Volatilidad (%)	0,0	0,5	2,0	4,4	7,6	11,5	16,0

<sup>16</sup> Esto es así porque se ha empleado un coeficiente de correlación positivo, como suele ser habitual en el comportamiento del diferencial frente a los tipos de referencia.

## ACTIVOS VINCULADOS A LA INFLACIÓN

Las altas tasas de inflación a las que se han visto sometidos en general los países emergentes han conducido al desarrollo de mecanismos de protección, tanto de las inversiones realizadas como de los intereses de los propios ciudadanos. Esto favoreció el diseño de nuevos productos y sistemas de remuneración, divisas alternativas, etc. que garantizaran un poder adquisitivo y unos tipos de interés reales. Esto se habría conseguido a través de la indexación de gran parte de la economía a una divisa externa (*dolarizar* la economía con el objeto de estabilizar sus variables) o a la evolución de la tasa de inflación local. En cualquier caso, el objetivo final sería garantizar el poder adquisitivo de las inversiones y mantener estable el sistema financiero y económico del país.

Aquí se tratarán los instrumentos financieros indexados a las tasas de inflación. Así, se considerarán dos posibilidades de indexación:

- Explícita: Los pagos futuros asociados al instrumento, denominados en la divisa local, se corrigen en función de la evolución de la inflación de manera que se garantice el mantenimiento de su poder adquisitivo.
- Implícita: Otra solución adoptada por varias economías latinoamericanas ha sido la de la creación de otra divisa local alternativa cuya cotización con respecto a la divisa local es función de la tasa de inflación. Los pagos futuros, tanto intereses como nominal, se denominarán en esta nueva divisa. Es importante señalar que estas divisas vinculadas son ficticias y únicamente sirven como punto de referencia, ya que los pagos reales se realizan siempre en la divisa local, tras la conversión previa de los importes.

Independientemente de la indexación bajo la que se encuentre el instrumento la metodología a aplicar será la misma. Se usará el índice de inflación, que denominaremos *índice de precios* (IP) y que permite pasar de poder adquisitivo pasado a poder adquisitivo presente. Así, la pérdida de poder adquisitivo entre el instante  $-T$  y el instante actual ( $0$ ) será:

$$K = \frac{IP_0}{IP_{-T}}$$

de manera que el poder adquisitivo de una unidad monetaria en el instante  $-T$  sería el mismo que el de  $K$  unidades monetarias en el instante actual

### Valoración

Estos instrumentos se valorarán según criterios similares a los de cualquier instrumento de renta fija, con la salvedad de que, debido a la dependencia directa de la inflación, las tasas de rentabilidad serán nominales y se dividirán en dos efectos: rentabilidad real ( $z_{real}$ ) e inflación ( $z_{IP}$ ).

$$z_{nominal} = z_{real} + z_{IP}$$

En un instrumento tradicional de renta fija, la rentabilidad obtenida es nominal, ya que si ha generado un 7% anual en términos nominales tendríamos un 7% más de unidades monetarias. Sin embargo, si la inflación anual ha sido del 4%, se necesita un 4% más de unidades mone-

tarias para adquirir el mismo artículo que un año antes, de manera que, en términos reales sólo se tendría un 3% más de dinero. Si la inflación anual hubiese sido del 7%, la rentabilidad real se reduciría al 0%, de manera que la rentabilidad nominal obtenida por la inversión sólo valdría para poder seguir adquiriendo los mismos productos que un año antes, sin que quedase ningún exceso de caja.

En los instrumentos vinculados a la inflación, lo que se garantiza es la rentabilidad real, ya que al estar indexados al índice de precios, la rentabilidad nominal no se conoce a priori y se ajusta a medida que lo hace el índice de precios.

Sin embargo, cuando se valora cualquier instrumento de renta fija, los tipos de interés que se emplean en el cálculo de los valores actuales son los tipos de interés nominales del mercado, de forma que el valor actual de un flujo futuro cualquiera es:

$$VA_{CF} = CF \cdot FD$$

donde  $FD$  es el factor de descuento asociado a dicho flujo. Este factor de descuento se calculará a partir de las tasas de rentabilidad nominal del mercado, que supondremos expresadas en forma continua:

$$FD = e^{-z_{nominal} \cdot t}$$

donde  $t$  es el instante temporal en el que se encuentra el flujo. Sin embargo, si se descompone la rentabilidad nominal como suma de dos rentabilidades, una real y otra debida a la inflación esperada

$$z_{nominal} = z_{real} + z_{IP}$$

el factor de descuento nominal puede expresarse como el producto de un factor de descuento basado en rentabilidades reales y en un descuento debido al índice de precios, que convierte unidades monetarias futuras en actuales según un criterio de poder adquisitivo:

$$FD = FD_{real} \cdot FD_{IP}$$

donde

$$FD_{real} = e^{-z_{real} \cdot t}$$

$$FD_{IP} = e^{-z_{IP} \cdot t} = \frac{IP_0}{IP_t}$$

siendo  $IP_t$  el índice de precios esperado para el instante  $t$  futuro. Por tanto, el valor actual de un flujo cualquiera en el instante  $t$  es:

$$VA_{CF} = CF \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_t}$$

Evidentemente, este planteamiento para la valoración sólo tendría sentido si el instrumento analizado estuviera vinculado a la inflación, ya que como se verá más adelante se simplificarían las expresiones obtenidas.

### Indexación explícita

Supongamos un instrumento de renta fija que pagase cupones fijos y que se corrigieran por el efecto de inflación de manera que no se perdiera poder adquisitivo respecto a un instante de referencia, habitualmente el momento de la emisión.

Así, el cupón que se pagaría realmente sería

$$CF = CF_{base} \cdot \frac{IP_t}{IP_{ref}}$$

donde  $CF_{base}$  sería el flujo inicial asociado al instrumento y  $CF$  el flujo que se recibiría realmente, una vez corregido para mantener el poder adquisitivo<sup>17</sup> desde el instante  $ref$  de referencia.

Por tanto, si se calcula el valor actual de este flujo, se observará que no depende de ninguna estimación futura de inflación, sino de índices de precios ya conocidos<sup>18</sup>:

$$VA_{CF} = CF \cdot FD = CF_{base} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_{ref}}$$

donde el instante 0 correspondería al momento actual. Por tanto, el valor de mercado de todo el instrumento sería igual a la suma de todos los anteriores:

$$VA = \frac{IP_0}{IP_{ref}} \sum CF_{base} \cdot FD_{real}$$

Por tanto, para valorar un instrumento vinculado a la inflación se valoraría, en primer lugar, un bono cuyos flujos fueran iguales a los flujos sin corregir y descontándose con una curva de rentabilidades reales. El resultado obtenido se corregiría por la variación relativa del índice de precios entre el instante que sirve de referencia para ajustar los flujos ( $IP_{ref}$ ) y el instante actual ( $IP_0$ )

Así, si el bono se valorase en el instante de emisión del instrumento, el último ajuste no sería necesario y su valor de mercado sería igual a:

$$VA = \sum CF_{base} \cdot FD_{real}$$

### Indexación implícita

Supongamos un instrumento que pagase los mismos cupones fijos que el del apartado anterior pero denominados en una divisa ficticia que recogiera el efecto de la inflación. Sin embargo, los pagos se realizarían realmente en la divisa local, de manera que,

$$CF = CF_{base} \cdot FX$$

<sup>17</sup> La corrección del flujo afecta a todo el pago que se vaya a realizar, incluyéndose las amortizaciones de principal.

<sup>18</sup> Desarrollando se tendrá que:

$$VA_{CF} = CF \cdot FD = CF_{base} \cdot \frac{IP_t}{IP_{ref}} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_t} = CF_{base} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_{ref}}$$

donde  $CF_{base}$  es el pago de cupón en la divisa ficticia, mientras que  $FX$  es el tipo de cambio entre esta divisa y la divisa en la que se realiza el pago.

Teniendo en cuenta que la divisa ficticia no fluctúa libremente respecto a la local, sino que simplemente recoge la evolución de la inflación, el tipo de cambio entre ambas en un instante  $t$  determinado vendría dado por el cociente de índices de precios entre dicho instante y el que hubiera servido de base para definir la nueva divisa<sup>19</sup>:

$$FX_t = \frac{IP_t}{IP_{base}}$$

Por tanto, el valor actual de un flujo futuro cualquiera, teniendo en cuenta la misma descomposición del factor de descuento que en el punto anterior, será<sup>20</sup>:

$$VA_{CF}^* = CF_{base} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_{base}}$$

Teniendo en cuenta que

$$FX_0 = \frac{IP_0}{IP_{base}}$$

se tendría que el valor de mercado del instrumento, expresado en la divisa local, sería igual a:

$$VA^* = FX_0 \cdot \sum CF_{base} \cdot FD_{real}$$

Por tanto, como puede observarse, y por similitud con el apartado anterior, en un instrumento vinculado a la inflación a través de una divisa corregida el valor de mercado se obtendría suponiendo que la curva de descuento de la divisa corregida es idéntica a la curva de descuento de rentabilidades reales de la divisa local y aplicando posteriormente el tipo de cambio actual entre ambas.

Así, primero se valoraría en la divisa corregida y luego se le aplicaría el tipo de cambio.

### **Rentabilidades reales**

Generalizando los resultados obtenidos en los dos apartados anteriores se observa que las rentabilidades negociadas para estos instrumentos serían rentabilidades reales y que una vez determinadas estas, el instrumento se analizaría como un instrumento de renta fija tradicional, cuyos pagos fueran los pagos sin corregir o sin cambiar de divisa del instrumento de origen.

<sup>19</sup> En este punto es importante señalar que este instante de base ( $IP_{base}$ ) no tiene que ser igual al instante de referencia empleado en el apartado anterior ( $IP_{ref}$ ).

<sup>20</sup> Desarrollando se tendrá que:

$$VA_{CF}^* = CF \cdot FD = CF_{base} \cdot \frac{IP_t}{IP_{base}} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_t} = CF_{base} \cdot FD_{real} \cdot \frac{IP_0}{IP_{base}}$$

Aunque aparentemente parece que no sería necesario realizar estimaciones sobre la evolución futura de la inflación, el hecho de que el mercado cotice habitualmente rentabilidades nominales, obliga a construir un escenario futuro de inflación para poder determinar la rentabilidad real. Por tanto, si en el mercado existieran tanto rentabilidades nominales como reales, sería posible determinar las expectativas que el mercado estaría descontando sobre la evolución futura de la inflación como diferencia entre ambas.

#### Tasa interna de rentabilidad real

La tasa interna de rentabilidad real asociada a este tipo de instrumentos se determinaría como aquella tasa de interés constante que aplicada a los factores de descuento reales

$$FD_{real} = e^{-TIR_{real} \cdot t}$$

verificará la siguiente expresión (para el caso de indexación implícita):

$$\frac{VA^*}{FX_0} = \sum CF_{base} \cdot FD_{real}$$

#### Medidas de riesgo

Como se ha visto al hablar de la valoración del instrumento, ésta sería función de la rentabilidad real que estuviera cotizando. Así se analizaría un instrumento de renta fija cuyos pagos fueran los pagos sin corregir o sin cambiar de divisa del instrumento de origen. Posteriormente, el valor obtenido se corregiría en función de la inflación actual.

Por tanto, el valor del instrumento dependerá de la evolución de las rentabilidades reales y de la evolución del índice de precios. Analizando el caso de indexación explícita, el efecto de la inflación se recogería como un riesgo cambiario. Por tanto, la sensibilidad del instrumento vendría dada por:

$$\frac{\Delta valor}{valor} \approx -DM_{base} \cdot \Delta TIR_{real} + \Delta FX$$

donde la *duración modificada base* se calcularía a partir del bono sin corregir, empleando la tasa interna de rentabilidad real, y la variación en el tipo de cambio vendría fijada por la evolución de los precios<sup>21</sup>

Así, la exposición global asociada a este tipo de instrumentos vendría de la volatilidad propia de las rentabilidades reales, de la volatilidad de la inflación y de la correlación entre ambas. En entornos económicos estables la volatilidad del índice de precios sería prácticamente nula, de manera que la volatilidad del instrumento se podría aproximar por<sup>22</sup>:

$$\sigma_{bono} \approx DM_{base} \cdot \sigma_{TIR_{real}}$$

<sup>21</sup> En la mayoría de los casos el índice de precios se estima con una periodicidad mensual, suponiendo que durante ese intervalo la divisa corregida se estima en base a la última tasa de inflación revisada, lo cual no introduciría volatilidad por este concepto.

<sup>22</sup> Partiendo de las series históricas de precios y dado que la evolución pasada del índice de precios es conocida, no habría ningún problema en calcular las rentabilidades históricas reales y obtener la volatilidad de estas y sus correlación con el resto de instrumentos de la cartera.

Sin embargo, en períodos de hiperinflación el efecto no sería despreciable y habría que considerarlo, ya que aún cuando el horizonte temporal fuese reducido, las variaciones que podrían tener lugar en el índice de precios serían muy significativas.

### Ejemplo

Supongamos un instrumento vinculado a la inflación de nominal 10.000 unidades monetarias locales que pague durante 10 años un cupón base del 6% más la corrección por inflación, calculándose ésta a partir del cociente entre el índice de precios en el instante de pago y el índice de precios en el momento de la emisión. Supongamos que la emisión se realizó hace cinco años y que en ese momento el índice de precios fuese igual a 107. En las condiciones actuales, las rentabilidades reales están cotizando al 5% y el índice de precios se ha situado en 130.

En la tabla siguiente se analiza el bono de base, cuyos flujos coinciden con los del instrumento sin corregir, con una tasa interna de rentabilidad del 5%.

Bono de base					
Año	Cupón base (%)	Nominal base (%)	Flujo base (%)	FD real	VA flujo base (%)
1	6	—	6	0,95	5,7
2	6	—	6	0,90	5,4
3	6	—	6	0,86	5,2
4	6	—	6	0,82	4,9
5	6	—	6	0,78	4,7
6	6	—	6	0,74	4,4
7	6	—	6	0,70	4,2
8	6	—	6	0,67	4,0
9	6	—	6	0,64	3,8
10	6	100	106	0,61	64,3
				Precio base	106,7

Todavía quedaría por corregir el efecto de la inflación. Para ello se multiplica por el cociente entre el índice de precios actual y el índice de precios en el momento de la emisión. Por tanto:

$$precio = \frac{130}{107} \cdot 106,7\% = 129,6\%$$

lo que se traduciría en un valor de mercado de 12.963 unidades monetarias.

Supongamos ahora que tuviéramos un instrumento vinculado a la inflación denominado en una divisa corregida que elimine los efectos de la inflación y que pague cupones anuales del 6% durante diez años. Este instrumento sería equivalente al del ejemplo anterior.

Supongamos además que el tipo de cambio se fijó a la par cuando el índice de precios era igual a 100 y que las condiciones de mercado son las mismas que en el ejemplo anterior. Por tanto, el precio del bono base seguiría siendo 106,7% y sería el precio del bono expresado en la divisa corregida.

Por otra parte, el tipo de cambio entre la divisa corregida y la divisa local sería

$$FX_0 = \frac{130}{100} = 1,3 \frac{\text{unidades locales}}{\text{unidades corregidas}}$$

de manera que el precio para este instrumento expresado en la divisa local será

$$\text{precio} = 1,3 \cdot 106,7\% = 138,7\%$$

Aparentemente, no estaríamos hablando del mismo instrumento, ya que se habrían obtenido precios distintos. Sin embargo, la diferencia no está en el instrumento en sí, sino en la diferencia existente entre los índices de precios que sirven de referencia en uno y otro instrumento y que afectarían a la equivalencia de nominales entre ambos bonos. Así, se están comparando dos precios referidos a nominales distintos, el primero basado en la divisa local y el segundo en la divisa corregida. Dividiendo ambos precios se observa que su cociente es 1,07, que coincide con el cociente de los índices de precios en el momento de la emisión y en el momento de fijar la base para la nueva divisa.

Sin embargo, si se analiza su sensibilidad la duración modificada base sería la misma para ambos instrumentos e igual a 7,88 años. Por tanto, suponiendo una volatilidad de los tipos reales del 1% se tendría una volatilidad del valor del instrumento de aproximadamente el 8%.

### **Mercados poco líquidos**

En los mercados latinoamericanos suele ser habitual la existencia de activos poco líquidos. Estos se negocian con escasa frecuencia o con volúmenes muy reducidos, de forma que sus precios no pueden ser considerados como representativos del consenso de los agentes del mercado acerca de su valor real, sino como el precio al que habrían operado dos inversores con condicionantes muy particulares. Este hecho supone una restricción importante a la hora de medir el riesgo de dichos activos a través de una metodología basada en el empleo de volatilidades y matrices de correlación. Generalmente, aplicar este tipo de metodologías requiere la utilización de las series históricas<sup>23</sup> de las cotizaciones de los activos, calculándose a partir de éstas las volatilidades y las correlaciones correspondientes. El problema surge cuando para algunos activos no se dispone de dichas series históricas, o incluso disponiendo de ellas, estas no son del todo fiables debido a la falta de liquidez.

El que esta situación sea común en los mercados latinoamericanos haría necesario el desarrollo de una metodología que permitiera estimar el valor y los parámetros de riesgo (volatilidades y correlaciones) de aquellos activos poco líquidos, con el fin de poder medir su riesgo y la contribución al resto del valor de la entidad.

Las metodologías que se exponen a continuación podrían aplicarse en todos los mercados en los que existan algunos activos líquidos y otros activos con problemas de liquidez, ya que se basan en una segmentación del mercado en categorías o grupos según una serie de criterios (países, sectores económicos, calidad crediticia, etc.) que variarán en cada caso concreto y que

<sup>23</sup> Otra posibilidad es utilizar volatilidades implícitas a partir de las opciones cotizadas en el mercado, método de viabilidad bastante reducida en las economías latinoamericanas al no existir, en la mayoría de los casos, mercados de opciones ni lo suficientemente amplios ni lo suficientemente líquidos.

dependerán de la tipología de los activos. Una vez realizada la clasificación se identificarán activos líquidos representativos de cada categoría, los cuales constituirán la base a partir de la cual se estimarán los parámetros de riesgo de cada grupo. Aquellos activos con problemas de liquidez o para los que no se dispone de series históricas de precios serán asignados a cada una de las categorías creadas, estimándose sus parámetros de riesgo a partir de los parámetros de referencia de la categoría.

En los siguientes apartados se tratarán tanto instrumentos de renta fija como acciones, planteándose una serie de alternativas que permitan abordar esta problemática, si bien por la propia tipología de cada uno de ellos recibirán un tratamiento separado.

## MERCADOS POCO LÍQUIDOS: RENTA FIJA

Como ya se ha indicado en la introducción del apartado de mercados poco líquidos, su análisis requiere la definición de una serie de categorías en las que clasificar los instrumentos menos líquidos, de manera que sus estimadores para el cálculo de las medidas de riesgo se construyan a partir de los de la categoría.

En el caso de los instrumentos de renta fija todo el planteamiento girará en torno al análisis de su rentabilidad asociada, que se separará en sus dos componentes principales:

- Nivel general de los tipos de interés del mercado: riesgo sistemático.
- Características específicas de la emisión: riesgo específico.

La rentabilidad se expresará así como suma de dos rentabilidades, una rentabilidad de referencia y un diferencial específico:

$$\text{rentabilidad} = \text{rentabilidad}_{\text{referencia}} + \text{diferencial}_{\text{crédito}}$$

El diferencial asignado será función del nivel de riesgo que los operadores del mercado asocien a la emisión y se supondrá que viene explicado en su mayoría por las componentes crediticias de esta.

Con el fin de facilitar la comprensión de la metodología, así como la aplicación práctica de la misma, se desarrollan a continuación dos casos concretos en los que dicha metodología podría ser aplicada :

- Cartera de bonos de alta rentabilidad.
- Cartera de renta fija de países latinoamericanos.

### Cartera de bonos de alta rentabilidad

Los bonos de alta rentabilidad, también conocidos como *high yield*, son instrumentos de renta fija emitidos por entidades que tienen una calidad crediticia inferior a BB (grado especulativo), debido a lo cual se ven obligados a ofrecer altas rentabilidades o, lo que es lo mismo, a cotizar con importantes descuentos. En Estados Unidos existe en la actualidad un mercado importante de este tipo de activos en el que cotizan más de 6000 referencias distintas, dentro de las cuales existen diferentes niveles de liquidez. Esto implica que para algunas referencias hay series históricas de precios, mientras que para otras estas series no existen o son muy poco fiables. Sin embargo, estos instrumentos introducen una exposición significativa en la cartera, principalmente por la mayor volatilidad que presentan, al tener en su rentabilidad mucho más peso

la componente crediticia que la sistemática. Por tanto, su participación en la composición de la cartera de inversiones de una entidad obliga a esta a implantar una metodología que permita medir al menos de manera aproximada el riesgo de dichas carteras.

La metodología para estimar el riesgo se basará en la hipótesis de que las rentabilidades de estos instrumentos se comportarían como una distribución normal, estimando su volatilidad a partir de la combinación de dos efectos: sistemático (mercado) y específico (calidad crediticia de cada emisor).

Como ya se ha indicado anteriormente, la rentabilidad asociada a cualquier bono viene dada por la suma de la rentabilidad de mercado (libre de riesgo) más un diferencial debido, principalmente, a las características crediticias del instrumento.

$$\text{rentabilidad} = \text{rentabilidad}_{\text{mercado}} + \text{diferencial}_{\text{crédito}}$$

Por tanto, la variación en el precio del bono podría expresarse como la suma de dos contribuciones, una debida a los movimientos de tipos de interés en el mercado y otra debida al cambio en las expectativas crediticias del instrumento.

$$\frac{\Delta \text{precio}}{\text{precio}} = \frac{\Delta \text{precio}_{\text{mercado}}}{\text{precio}} + \frac{\Delta \text{precio}_{\text{crédito}}}{\text{precio}}$$

donde la variación relativa del precio se denominará *rentabilidad instantánea*.

Por tanto, si se quisiera calcular la volatilidad asociada al instrumento esta se obtendría como:

$$\sigma_{\text{rentabilidad}}^2 = \sigma_{\text{mercado}}^2 + \sigma_{\text{crediticia}}^2 + 2 \cdot \rho_{\text{credito,mercado}} \cdot \sigma_{\text{mercado}} \cdot \sigma_{\text{crediticia}}$$

siendo la volatilidad crediticia la volatilidad de la rentabilidad instantánea debida a cambios en el diferencial, y la correlación crediticia la correlación entre la rentabilidad instantánea debida al diferencial y la rentabilidad instantánea debida a los tipos de mercado.

Teniendo en cuenta que la volatilidad debida a los tipos de mercado de referencia es independiente de que estemos analizando bonos de alta rentabilidad u otros instrumentos de renta fija, parece evidente que los esfuerzos han de centrarse en determinar tanto la volatilidad como la correlación crediticia<sup>24</sup>.

Con este objetivo se establecerán una serie de categorías de las que aquellas referencias menos líquidas tomarán parte de sus parámetros de riesgo.

### **Definición de categorías**

Como ya se ha indicado, el primer paso consiste en establecer una serie de categorías que cubran todos los instrumentos del mercado clasificados como bonos de alta rentabilidad. Para ello, y teniendo en cuenta que la variable clave es la componente crediticia, una alternativa posible sería la utilización de los siguientes criterios:

<sup>24</sup>No hay que olvidar que cuando el bono *high yield* forme parte de una cartera mayor también serán necesarias las correlaciones entre su componente crediticia y el resto de activos de la cartera.

- Sector empresarial de la compañía emisora del bono.
- Calidad crediticia del bono.

En segundo lugar, y para cada una de las categorías anteriormente definidas, se elegirán una serie de bonos representativos<sup>25</sup> que sean líquidos y para los que se disponga de series históricas de precios.

### Parámetros de riesgo por categoría

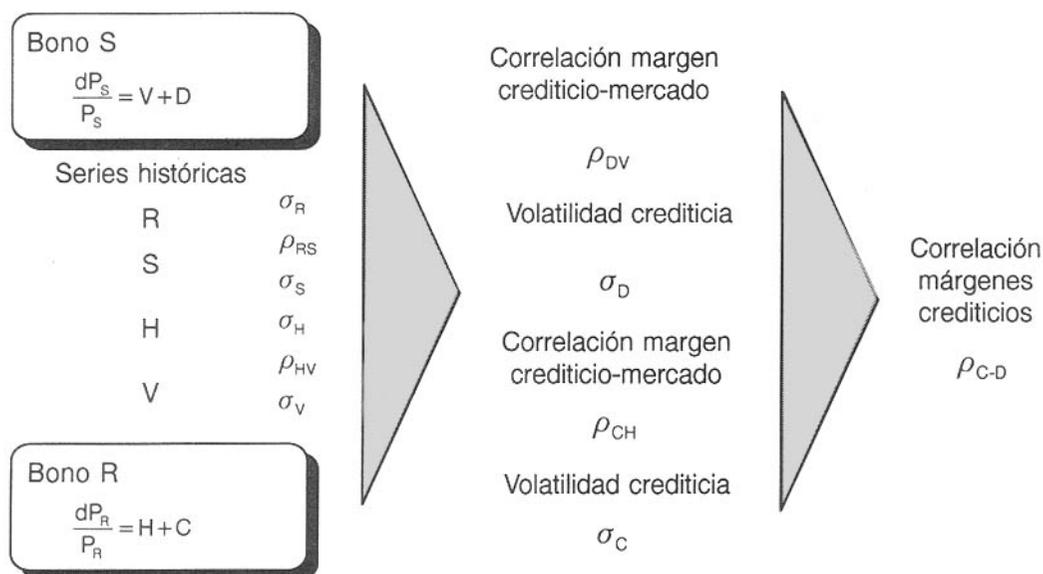
Una vez seleccionados los bonos representativos, se estimarán los parámetros de riesgo de la categoría a partir de los parámetros de riesgo de dichos bonos. Como ya se ha indicado, la componente principal en el riesgo de estos instrumentos se concentra en su componente crediticia siendo el objetivo final la estimación para cada categoría de:

- $s_i$ : volatilidad crediticia
- $r_{i,M}$ : correlación crediticia con el mercado
- $\rho_{i,k}$ : correlación crediticia con otras categorías ( $k$ )
- $\rho_{i,X}$ : correlación crediticia con el resto de activos ( $X$ ) de la cartera

donde  $i$  sería el indicador de la categoría.

Estos parámetros se calcularán en primer lugar para cada uno de los bonos representativos, promediándose para estimar el valor a asignar a la categoría. En la Figura 10-12 se muestra el procedimiento a seguir para determinar para cada uno de los bonos representativos los parámetros anteriores. El método se desarrollará en los apartados siguientes.

Figura 10-12. Parámetros de riesgo entre bonos representativos de categorías diferentes



<sup>25</sup> El número de bonos seleccionados para cada categoría conviene que no sea elevado por la complejidad que introduciría. Con uno o dos bonos podría conseguirse una buena aproximación para el comportamiento del resto de bonos de la categoría.

Una vez obtenidos los parámetros de cada categoría, se considerará que todos los bonos de alta rentabilidad pertenecientes a una misma categoría presentan la misma volatilidad crediticia ( $\sigma_i$ ) y la misma correlación crediticia con el mercado ( $\rho_{iM}$ ), independientemente de su duración.

#### *Volatilidad de la categoría y correlación crediticia con el mercado*

La volatilidad crediticia de una categoría ( $s_i$ ) y su correlación crediticia con instrumentos libres de riesgo ( $r_{iM}$ ) se obtendrán, respectivamente, como la media de las volatilidades y correlaciones crediticias calculadas para cada uno de los bonos representativos de dicha categoría.

Se considerará que la rentabilidad instantánea de un bono representativo de una categoría viene definida por la suma de dos variables aleatorias, una variable relacionada con los cambios de valor debidos a movimientos de los tipos de interés del mercado, y otra segunda variable que determina los movimientos de precios causados por la variación de la calidad crediticia del emisor. Así,

$$R = H + C$$

Donde  $R$  es la rentabilidad instantánea del bono,  $H$  es la rentabilidad debida a cambios en los tipos de mercado de un bono de duración similar y  $C$  es la rentabilidad debida a la componente crediticia que el mercado asigna a la emisión.

Teniendo en cuenta la descomposición de la variación de valor del bono representativo, realizada en el punto anterior, la volatilidad de esta quedaría como:

$$\sigma_R^2 = \sigma_C^2 + \sigma_H^2 + 2\rho_{C,H} \sigma_C \sigma_H$$

donde

- $\sigma_R$  es la volatilidad de la rentabilidad instantánea del instrumento, que se calcula a partir de la serie histórica de precios del bono para un periodo determinado.
- $\sigma_H$  es la volatilidad de un instrumento libre de riesgo<sup>26</sup> a «la» duración hoy sea lo más cercana posible a la duración del bono representativo durante el periodo elegido. Se calculará a partir de la serie histórica de precios del instrumento libre de riesgo para el mismo periodo.
- $\rho_{C,H}$  es la correlación crediticia del bono representativo con el instrumento libre de riesgo. Para su cálculo es necesario conocer la correlación directa entre el bono y el instrumento libre de riesgo, a partir de las series históricas de este y el bono representativo.
- $\sigma_C$  es la volatilidad crediticia del bono representativo y se calculará a partir de la correlación anterior.

Para determinar la volatilidad y correlación crediticias,  $\sigma_C$  y  $\rho_{C,H}$ , hay que resolver el siguiente sistema de ecuaciones<sup>27</sup>:

<sup>26</sup> El instrumento puede ser un bono del Tesoro de Estados Unidos o una permuta de tipos de interés.

<sup>27</sup> Se deberá verificar que:

$$\begin{aligned} \sigma_R^2 &= \text{covarianza}(H + C, H + C) \\ \text{covarianza}(H, R) &= \text{covarianza}(H, H + C) \end{aligned}$$

$$\begin{cases} \sigma_R = \sqrt{\sigma_C^2 + \sigma_H^2 + 2\rho_{C-H} \sigma_C \sigma_H} \\ \rho_{H-R} = \frac{\sigma_C \rho_{C-H} + \sigma_H}{\sigma_R} \end{cases}$$

$\rho_{H-R}$  se calcula a partir de las series históricas de rentabilidades para el bono  $R$  y el instrumento  $H$ . Así, la volatilidad crediticia del bono representativo y su correlación crediticia con el instrumento libre de riesgo se calcularán a partir de las expresiones anteriores:

$$\begin{aligned} \sigma_C &= \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_H^2 - 2\rho_{H-R} \sigma_R \sigma_H} \\ \rho_{C-H} &= \frac{\sigma_R \rho_{H-R} - \sigma_H}{\sigma_C} \end{aligned}$$

Una vez calculados estos parámetros para cada uno de los bonos representativos se definirán los correspondientes a la categoría como la media de los anteriores.

#### *Correlación crediticia entre categorías*

Supongamos dos categorías  $i$  y  $k$  con tres bonos representativos cada una de ellas. Para cada una de las nueve parejas de bonos representativos de dichas categorías se realizará el cálculo de su correlación crediticia y se calculará la media de los valores obtenidos para determinar la correlación crediticia ( $\rho_{i,k}$ ) entre las categorías  $i$  y  $k$ .

Tomemos una de esas nueve parejas compuestas por dos bonos con las siguientes características:

$$\begin{aligned} R &= H + C \\ S &= V + D \end{aligned}$$

donde

- $R$  es la rentabilidad instantánea de un bono representativo de la categoría  $i$  que presenta los siguientes parámetros de riesgo:
  - $s_R$ , volatilidad del instrumento
  - $\sigma_C$ , volatilidad crediticia
  - $\sigma_H$ , volatilidad del instrumento libre de riesgo de similar duración
  - $\rho_{C,H}$ , correlación crediticia con el instrumento libre de riesgo
- $S$  es la rentabilidad de un bono representativo de la categoría  $k$  que presenta los siguientes parámetros de riesgo:
  - $\sigma_S$ , volatilidad del instrumento
  - $\sigma_D$ , volatilidad crediticia
  - $\sigma_V$ , volatilidad del instrumento libre de riesgo de similar duración
  - $\rho_{D,V}$ , correlación crediticia con el mercado.

Adicionalmente se calculará la correlación entre las rentabilidades  $R$  y  $S$  ( $\rho_{R,S}$ ) y la correlación entre los instrumentos libres de riesgo  $H$  y  $V$  ( $\rho_{H,V}$ ) a partir de las series históricas de datos.

Con estos datos, la correlación crediticia entre los bonos representativos de ambas categorías ( $\rho_{C,D}$ ) será<sup>28</sup>:

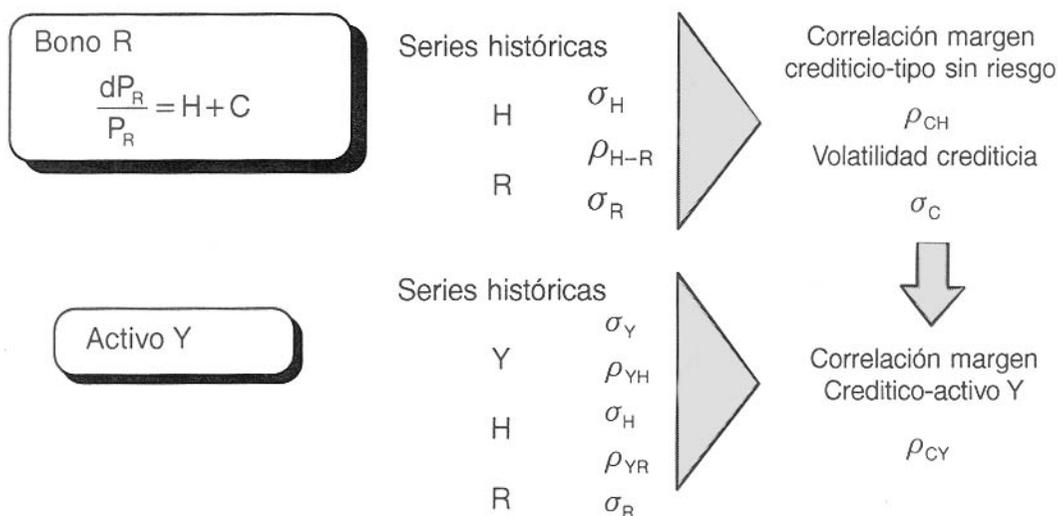
$$\rho_{C-D} = \frac{\sigma_R \sigma_S \rho_{R-S} - \sigma_H \sigma_V \rho_{H-V} - \sigma_C \sigma_V \rho_{C-H} - \sigma_D \sigma_H \rho_{D-V}}{\sigma_C \sigma_D}$$

Una vez obtenido este valor para cada una de las parejas de bonos representativos entre categorías se determinará la correlación crediticia entre estas ( $\rho_{i,k}$ ) como la media de todos estos valores.

*Correlación crediticia de una categoría con el resto de instrumentos*

Sea un instrumento cualquiera Y perteneciente a la cartera de instrumentos de la entidad. Para conocer la exposición global de esta será necesario conocer las correlaciones entre este instrumento y cada una de las categorías que se hayan definido, tal y como muestra la Figura 10-13. Siguiendo el procedimiento anterior, habría que calcular la correlación crediticia entre cada uno de los bonos representativos y cada uno de los instrumentos de la cartera para, a través de la media de éstas, determinar la correlación crediticia de la categoría con cada uno de los instrumentos. Sin embargo, este procedimiento incrementaría en exceso los cálculos necesarios. Por tanto, para la estimación correspondiente sólo se tomará uno de los bonos representativos de cada categoría y su correlación con el instrumento será la correlación crediticia que se asigne a la categoría.

**Figura 10-13. Parámetros de riesgo de un bono representativo con otros activos**



<sup>28</sup> A partir de

$$covarianza (R,S) = covarianza (H + C, V + D)$$

y suponiendo que la correlación crediticia de un bono con el mercado es independiente de su duración de manera que:

$$\begin{aligned} \rho_{C,V} &\approx \rho_{C,H} \\ \rho_{D,H} &\approx \rho_{D,V} \end{aligned}$$

Suponiendo que la rentabilidad del bono representativo seleccionado sea

$$R = H + C$$

la correlación crediticia con el instrumento Y vendrá dada por la expresión<sup>29</sup>:

$$\rho_{Y,C} = \frac{\sigma_Y \sigma_R \rho_{Y,R} - \sigma_Y \sigma_H \rho_{Y,H}}{\sigma_Y \sigma_C} = \frac{\sigma_R}{\sigma_C} \rho_{Y,R} - \frac{\sigma_H}{\sigma_C} \rho_{Y,H}$$

Para obtener este valor, será necesario calcular la correlación entre R e Y ( $\rho_{Y,R}$ ), y la correlación entre Y y el instrumento libre de riesgo con duración más cercana al bono representativo ( $\rho_{Y,H}$ ). Estas correlaciones se obtendrán a partir de las series históricas correspondientes.

Para el caso en que la mayor parte de la volatilidad del bono representativo se deba a su componente crediticia y muy poco a la variable de mercado resultará que:

$$\sigma_R \cong \sigma_C \gg \sigma_H$$

con lo cual

$$\rho_{Y,C} \cong \rho_{Y,R}$$

Independientemente de la aproximación anterior, la correlación crediticia de la categoría i con el instrumento Y se supondrá igual a la obtenida para el bono representativo:

$$\rho_{i,Y} = \rho_{Y,C}$$

### ***Parámetros de riesgo de un bono de alta rentabilidad***

Cada bono de alta rentabilidad de la cartera será asignado a una de las categorías adjudicándole las volatilidades y correlaciones crediticias determinadas para ésta. Sin embargo, esto no quiere decir que la correlación crediticia entre dos bonos pertenecientes a la misma categoría sea igual a la unidad. Para caracterizar completamente el comportamiento del bono se considerará un instrumento libre de riesgo de similar duración al que se añadirá un margen crediticio.

Así, para un bono de alta rentabilidad que pertenezca a la categoría i se determinará su rentabilidad instantánea como:

$$A = M + i$$

donde

- A es la rentabilidad instantánea del instrumento
- M es la contribución explicada por un instrumento de mercado de similar duración
- i es la contribución crediticia por pertenecer a la categoría i.

<sup>29</sup> Se cumple que:

$$\text{covarianza}(Y,R) = \text{covarianza}(Y,H+C)$$

Por tanto, al bono de alta rentabilidad considerado se le asignan las características crediticias de la categoría a la que pertenece y las características de mercado del instrumento libre de riesgo de similar duración.

### Volatilidad

Una vez definidas las dos componentes de la rentabilidad del bono de alta rentabilidad, su volatilidad se determinará como:

$$\sigma_A^2 = \sigma_i^2 + \sigma_M^2 + 2 \cdot \rho_{i,M} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_M$$

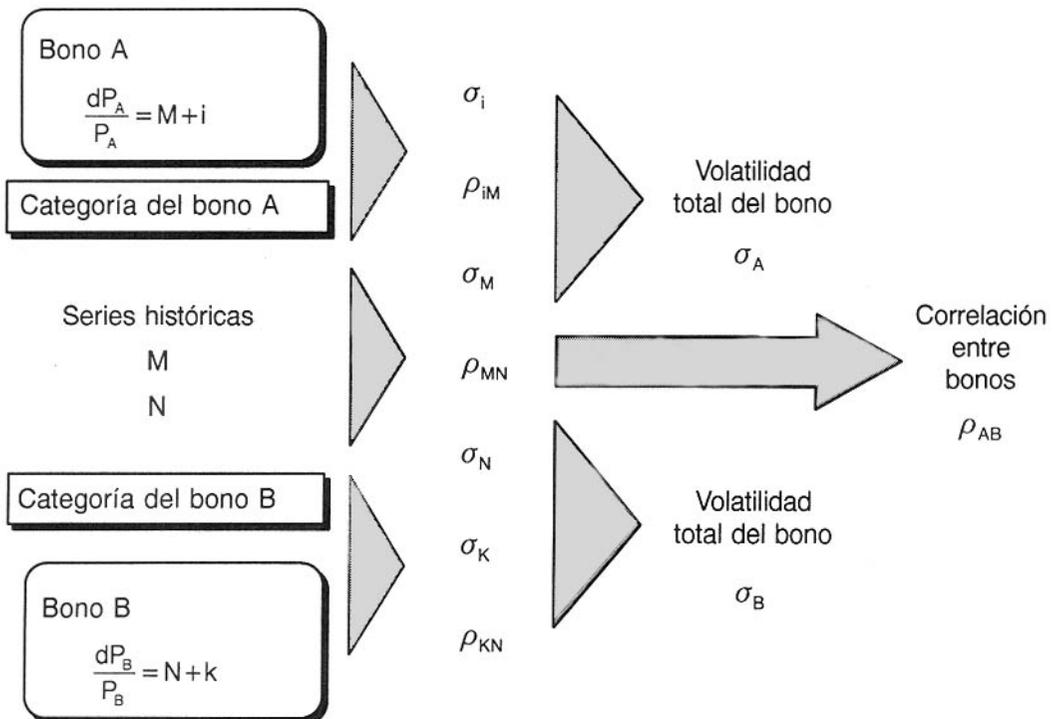
donde

- $\sigma_A$  es la volatilidad del instrumento
- $\sigma_i$  es la volatilidad crediticia de la categoría a la que pertenece el instrumento
- $\sigma_M$  es la volatilidad del instrumento libre de riesgo de similar duración, y
- $\rho_{i,M}$  es la correlación crediticia de la categoría con el mercado.

### Correlación entre bonos de alta rentabilidad

Para poder conocer la volatilidad global de la cartera de bonos de alta rentabilidad será necesario determinar la correlación entre sus componentes crediticias. Para ello se seguirá el proceso indicado en la Figura 10-14.

Figura 10-14. Correlación entre bonos de alta rentabilidad



Supongamos, otro bono de alta rentabilidad perteneciente a la categoría  $k$ , cuya rentabilidad instantánea viene expresada como:

$$B = N + k$$

donde:

- $B$  es la rentabilidad instantánea del instrumento
- $N$  es la contribución explicada por un instrumento de mercado de similar duración, y
- $k$  es la contribución crediticia por pertenecer a la categoría  $k$ .

siendo sus parámetros de riesgo:

- $s_B$ , volatilidad del instrumento
- $s_k$ , volatilidad crediticia de la categoría  $k$  a la que pertenece el instrumento
- $\sigma_N$ , volatilidad del instrumento libre de riesgo de similar duración
- $\rho_{k,N}$ , correlación crediticia de la categoría  $k$  con el mercado.

Para poder correlacionar este instrumento con el empleado anteriormente ( $A=M+i$ ) será necesario determinar las correlaciones cruzadas entre todos los sumandos, de manera que la correlación total entre los instrumentos  $A$  y  $B$  vendrá dada por<sup>30</sup>:

$$\rho_{A,B} = \frac{\sigma_i \sigma_k \rho_{i,k} + \sigma_i \sigma_N \rho_{i,M} + \sigma_k \sigma_M \rho_{k,N} + \sigma_M \sigma_N \rho_{M,N}}{\sigma_A \sigma_B}$$

donde se ha supuesto que la correlación crediticia entre una categoría y el mercado es independiente de la duración, de manera que:

$$\rho_{i,N} = \rho_{i,M}$$

$$\rho_{k,N} = \rho_{k,M}$$

Adicionalmente, habría que calcular la correlación ( $\rho_{M,N}$ ) entre los dos instrumentos libres de riesgo con duraciones similares a los bonos analizados, lo cual se haría a partir de sus respectivas series históricas de precios.

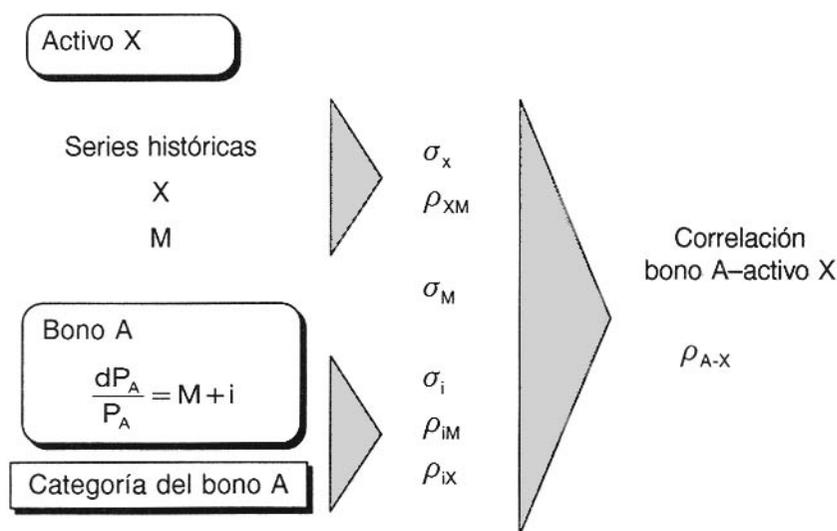
#### *Correlación de un bono de alta rentabilidad con el resto de instrumentos*

Para calcular la volatilidad de una cartera en la que existen otros instrumentos además de la cartera de alta rentabilidad será necesario determinar la correlación de cada uno de los bonos de alta rentabilidad con el resto de instrumentos. Para ello se seguirá el procedimiento que se muestra en la Figura 10-15.

<sup>30</sup> Se partirá de la igualdad

$$\text{covarianza}(A,B) = \text{covarianza}(M+i,N+k)$$

Figura 10-15. Correlación entre un bono de alta rentabilidad y el resto de activos



Sea un instrumento cualquiera  $X$  con volatilidad  $\sigma_X$  y un bono de alta rentabilidad perteneciente a la categoría  $i$  con una volatilidad crediticia  $\sigma_i$ , una volatilidad de mercado  $\sigma_M$ , una volatilidad total  $\sigma_A$  y una correlación crediticia de la categoría con el instrumento  $X$   $\rho_{i,X}$ .

La correlación total  $\rho_{A,X}$  entre el bono de alta rentabilidad y el instrumento  $X$ , teniendo en cuenta tanto aspectos crediticios como de tipos de interés, será<sup>31</sup>:

$$\rho_{A,X} = \frac{\sigma_X \sigma_M \rho_{X,M} + \sigma_i \sigma_X \rho_{i,X}}{\sigma_A \sigma_X}$$

donde será necesario calcular, adicionalmente, la correlación entre el instrumento libre de riesgo y el instrumento  $X$  considerado ( $\rho_{M,X}$ ).

### Cartera de renta fija en mercados latinoamericanos

En este segundo apartado, el objetivo que se persigue es adaptar la metodología anteriormente descrita para una cartera de bonos de alta rentabilidad al caso de una cartera de renta fija en mercados latinoamericanos, con el fin de estimar los parámetros de riesgo de instrumentos de deuda pública y renta fija privada emitidos, respectivamente, por gobiernos y entidades vinculadas a los mercados latinoamericanos.

Al igual que en el caso de la cartera de bonos de alta rentabilidad, en una cartera compuesta por activos de renta fija emitidos por gobiernos y entidades latinoamericanas ciertos bonos no plantearán problemas a la hora de obtener series históricas de precios,

<sup>31</sup> Teniendo en cuenta que  $A=X+i$  se verificará que:

$$\text{covarianza}(A,X) = \text{covarianza}(M+i,X)$$

mientras que otros carecerán de datos o estos no serán fiables. Al igual que en el caso anterior, la metodología que se describe a continuación pretende establecer un procedimiento de cálculo de los parámetros de riesgo, asociados a la componente crediticia de cualquier referencia, independientemente de la existencia o no de una serie fiable de precios para la misma.

### ***Definición de categorías***

Al igual que en el caso anterior, el objetivo es dividir el mercado en una serie de categorías para las que sea posible calcular todos los parámetros de riesgo, transmitiéndoselos a aquellos instrumentos que la compongan.

En este caso los criterios a considerar para crear categorías de activos de renta fija latinoamericana son los siguientes:

- País del emisor.
- Divisa del instrumento: a efectos de este análisis, se considerarían dos posibilidades, emisiones en moneda local y emisiones en US\$.
- Calidad crediticia del activo de renta fija: En este punto se diferenciará entre deuda pública local (riesgo Estado) y resto de calidades crediticias<sup>32</sup>.

En función de los anteriores criterios, para cada país se diferenciaría entre emisiones en moneda local y emisiones en dólares. Dentro de cada una de ellas se crearían otras categorías en función de la calidad crediticia, siendo una de ellas la deuda pública.

Por otra parte, una entidad que tenga una cartera diversificada de este tipo de activos debería medir su exposición a dos niveles:

- En primer lugar, deberá medir las pérdidas potenciales que se pueden producir en el valor de su cartera como consecuencia de variaciones de los tipos de interés<sup>33</sup> y de la calidad crediticia de los emisores.
- En segundo lugar, deberá medir las pérdidas potenciales que se pudieran producir debido a la variación de los tipos de cambio al pasar los resultados a su divisa de referencia.

La metodología que se presenta a continuación cubriría el primer nivel de medición de riesgos. Posteriormente, se deberá medir el riesgo de cambio en función de las posiciones a valor de mercado que se tengan en cada una de las divisas, según se explica en el capítulo sobre metodologías generales de medición del riesgo de mercado. Según esto, se diferenciaría entre:

- Emisiones de cada uno de los países en moneda local, separando entre deuda pública y el resto de calidades crediticias.
- Emisiones de todos los países en US\$.

<sup>32</sup> También podrían incluirse otros criterios, tales como: sector económico, plazo de vencimiento, etc.

<sup>33</sup> En principio, le afectarán las variaciones de los tipos de interés locales de los países de los que tenga activos, así como las variaciones de los tipos en US\$, suponiendo que tenga emisiones denominadas en dicha divisa.

### *Emissiones en moneda local*

La metodología que se expone a continuación debe aplicarse a cada uno de los mercados latinoamericanos en los que se tengan activos de renta fija denominados en moneda local. Así, según se ha indicado en la definición de las categorías, se distinguiría entre las emisiones de deuda pública y el resto de calidades crediticias.

Así, la rentabilidad de cualquier emisión se determinará como suma de dos contribuciones, una debida a variaciones en los tipos de referencia del mercado, la deuda pública, y otra debida a variaciones en la componente crediticia del instrumento.

$$\text{rentabilidad} = \text{deuda pública} + \text{componente crediticia}$$

Con objeto de simplificar el análisis se considerará que las emisiones de deuda pública son instrumentos libres de riesgo dentro de un determinado país. Esta consideración implica que, dentro de un determinado país, la rentabilidad instantánea de un bono de deuda pública únicamente dependería de una variable aleatoria relacionada con los cambios de valor debidos a movimientos de los tipos de interés locales, sin componente de tipo crediticio.

De todas las emisiones de deuda pública de un determinado país, se tomarán como representativas todas aquellas que sean líquidas y para las que se disponga de series históricas fiables de precios. A partir de éstas se determinarán los parámetros de la categoría.

En primer lugar se calcularía la duración y la volatilidad de su tasa de rentabilidad para cada uno de los activos líquidos de deuda pública, construyéndose la curva duración vs. volatilidad. Así, para un activo de deuda pública poco líquido se determinará su volatilidad interpolando en la curva construida anteriormente, de forma que la volatilidad del precio del activo se obtendría multiplicando su duración por la volatilidad interpolada.

Se calcularán las correlaciones cruzadas entre todos los instrumentos de deuda pública líquidos, para lo cual se utilizarán sus series históricas de precios y se supondrá que la correlación entre todas las parejas de activos de deuda pública es única, independiente de su liquidez e igual a la media de las correlaciones anteriormente calculadas.

Para el resto de emisiones en moneda local se crearán categorías utilizando como criterio de segmentación la calidad crediticia y se elegirán, para cada una de ellas, uno o varios activos representativos que sean líquidos y para los que se disponga de series históricas de precios.

A partir de los parámetros de riesgo calculados para cada una de las categorías se determinarán los parámetros de riesgo de la categoría como media de los anteriores. Al igual que en el caso de bonos de alta rentabilidad los parámetros que se estimarán para cada categoría serán únicamente los asociados a la componente crediticia del instrumento.

Así, cada instrumento de renta fija de la cartera, denominado en la divisa local, será asignado a una de las categorías tomando de ésta sus parámetros de riesgo crediticios e introduciendo la componente debida al riesgo de tipos de interés del bono en cuestión, que se determinará a partir de la deuda pública en moneda local con similar duración.

Como puede comprobarse la metodología que se debe aplicar en este caso es prácticamente igual a la utilizada para los bonos de alta rentabilidad, por lo que se expondrá de forma resumida, centrándonos en la identificación de los parámetros diferenciadores para este caso concreto. La notación empleada será similar a la de los bonos de alta rentabilidad. Por tanto, antes de continuar sería conveniente consultar el apartado correspondiente (p. 317).

Como ya se ha indicado, la rentabilidad de cualquier activo puede descomponerse en la debida a los tipos de mercado y la debida a los factores crediticios. En este caso, los tipos de mercado vienen definidos por las tasas de rentabilidad de los activos de deuda pública local, que como se ha indicado se supondrán libres de riesgo dentro del país. Por tanto, el hecho de

clasificar en categorías se debe a la necesidad de estimar la componente crediticia, de manera que los parámetros de riesgo que se definirán para cada una de las categorías serán:

- $s_i$ : volatilidad crediticia
- $r_{i,M}$ : correlación crediticia con la deuda pública local
- $\rho_{i,k}$ : correlación crediticia con otras categorías ( $k$ )
- $\rho_{i,X}$ : correlación crediticia con el resto de activos ( $X$ ) de la cartera,

siendo  $i$  el indicador de la categoría.

#### *Volatilidad de la categoría y correlación crediticia con la deuda pública local*

La volatilidad crediticia de una categoría ( $s_i$ ) y su correlación crediticia con la deuda pública local ( $r_{i,M}$ ) se obtendrán, respectivamente, como la media de las volatilidades y correlaciones crediticias calculadas para cada uno de los bonos representativos de dicha categoría.

Así, se considerará que la rentabilidad instantánea de un bono representativo de una categoría viene definida por la suma de dos variables aleatorias, una relacionada con los cambios de valor debidos a movimientos de tipos de interés locales y otra que determina los movimientos de precios causados por la variación de la calidad crediticia del emisor, según el criterio de los operadores. Así,

$$R = H + C$$

donde  $R$  es la rentabilidad instantánea del bono,  $H$  es la rentabilidad debida a cambios en los tipos de mercado de un bono de deuda pública local de duración similar y  $C$  es la rentabilidad debida a la componente crediticia que el mercado asignaría a la emisión.

Teniendo en cuenta la descomposición de la variación de valor del bono representativo, realizada en el punto anterior, la volatilidad de la rentabilidad será:

$$\sigma_R^2 = \sigma_C^2 + \sigma_H^2 + 2\rho_{C,H} \sigma_C \sigma_H$$

donde

- $\sigma_R$  es la volatilidad de la rentabilidad instantánea del instrumento, que se calcula a partir de la serie histórica de precios del bono para un período determinado.
- $\sigma_H$  es la volatilidad de un instrumento de deuda pública local cuya duración hoy sea la más cercana a la media del bono representativo durante el período elegido. Se calculará a partir de la serie histórica de precios del instrumento libre de riesgo para el mismo período.
- $\rho_{C,H}$  es la correlación crediticia del bono representativo con el mercado.
- $\sigma_C$  es la volatilidad crediticia del bono representativo y se calculará a partir de la correlación anterior.

Por tanto, la volatilidad crediticia del bono representativo y su correlación crediticia con el instrumento libre de riesgo se calcularán según las siguientes expresiones (véase en p. 320 el apartado referente a volatilidad de la categoría y correlación crediticia con el mercado):

$$\sigma_C = \sqrt{\sigma_R^2 + \sigma_H^2 - 2\rho_{H-R} \sigma_R \sigma_H}$$

$$\rho_{C-H} = \frac{\sigma_R \rho_{H-R} - \sigma_H}{\sigma_C}$$

#### Correlación crediticia entre categorías

Para cada pareja de activos de renta fija representativos de las categorías  $i$  y  $k$  (diferentes a la categoría de deuda pública) se calcula su correlación crediticia mediante la siguiente expresión:

$$\rho_{C,D} = \frac{\sigma_R \sigma_S \rho_{R,S} - \sigma_H \sigma_V \rho_{H,V} - \sigma_C \sigma_V \rho_{C,H} - \sigma_D \sigma_H \rho_{D,V}}{\sigma_C \sigma_D}$$

Según lo expuesto anteriormente, la correlación entre los instrumentos de deuda pública ( $\rho_{H-V}$ ), se considerará única e independiente de su duración.

La correlación crediticia ( $\rho_{i,k}$ ) entre las categorías  $i$  y  $k$  se obtendría como la media de las correlaciones crediticias ( $\rho_{C,D}$ ) calculadas para cada pareja de activos de renta fija representativos ( $\rho_{C,D}$ ) entre categorías.

#### Correlación crediticia de una categoría con el resto de instrumentos

Sea un instrumento cualquiera  $Y$  (que no sea deuda pública local). Su correlación crediticia con la categoría  $i$  se calculará como:

$$\rho_{Y,C} = \frac{\sigma_Y \sigma_R \rho_{Y,R} - \sigma_Y \sigma_H \rho_{Y,H}}{\sigma_Y \sigma_C} = \frac{\sigma_R}{\sigma_C} \rho_{Y,R} - \frac{\sigma_H}{\sigma_C} \rho_{Y,H}$$

Según lo expuesto anteriormente, la correlación ( $\rho_{Y,H}$ ) entre las rentabilidades de  $Y$  y la deuda pública local, será igual a la correlación existente el instrumento y el instrumento de deuda pública que sirve de referencia.

Con el fin de no incrementar en exceso el número de cálculos a realizar, este proceso sólo se realizará para un activo de los representativos de la categoría, de manera que la correlación crediticia ( $\rho_{i,Y}$ ) entre la categoría  $i$  y el instrumento  $Y$  será igual a la correlación crediticia ( $\rho_{Y,C}$ ) entre el activo seleccionado de esa categoría e  $Y$ .

#### Correlación entre los activos de deuda pública y otras categorías

Para cada una de las otras categorías de activos<sup>34</sup> se calcularían las correlaciones cruzadas entre todos los instrumentos de deuda pública líquidos y los instrumentos representativos de dicha categoría.

Se supondrá que la correlación entre cualquier activo de deuda pública (líquido o ilíquido) y un instrumento de otra categoría es única e igual a la media de las correlaciones anteriormente calculadas.

<sup>34</sup> Por otras categorías de activos se entenderá deuda pública de otro país, renta fija de una determinada calidad crediticia del mismo u otro país y, en general, cualquier categoría de instrumentos ya sean de renta fija o no.

### Parámetros de riesgo para cada activo de renta fija

Cada instrumento de renta fija de la cartera será asignado a una de las categorías y se le asignarán las volatilidades y correlaciones crediticias determinadas para esta. Para completar los parámetros necesarios se calculará la volatilidad asociada a un instrumento de deuda pública local de similar duración.

Así, para un bono que pertenezca a la categoría  $i$  se determinará su rentabilidad instantánea como:

$$A = M + i$$

donde

- $A$  es la rentabilidad instantánea del instrumento
- $M$  es la contribución explicada por el instrumento de deuda pública de similar duración
- $i$  es la contribución crediticia por pertenecer a la categoría  $i$ .

Por tanto, se supondrá que sus parámetros crediticios los toma de la categoría y los de mercado corresponden al instrumento de deuda pública local de similar duración.

Una vez definidas las dos componentes de la rentabilidad del instrumento de renta fija, su volatilidad se determinará como:

$$\sigma_A^2 = \sigma_i^2 + \sigma_M^2 + 2\rho_{i,M} \cdot \sigma_i \cdot \sigma_M$$

La correlación total ( $\rho_{A,B}$ ) entre dos activos de renta fija  $A$  y  $B$  (diferentes a deuda pública), teniendo en cuenta tanto aspectos crediticios como de tipos de interés, será:

$$\rho_{A,B} = \frac{\sigma_i \sigma_k \rho_{i,k} + \sigma_i \sigma_N \rho_{i,N} + \sigma_k \sigma_M \rho_{k,M} + \sigma_M \sigma_N \rho_{M,N}}{\sigma_A \sigma_B}$$

Según lo expuesto anteriormente, la correlación entre los instrumentos de deuda pública ( $\rho_{MN}$ ), es única e independiente de su duración.

La correlación total ( $\rho_{A,X}$ ) entre el activo de renta fija  $A$  y el instrumento  $X$ , teniendo en cuenta tanto aspectos crediticios como de tipos de interés, se calcula como:

$$\rho_{A,X} = \frac{\sigma_X \sigma_M \rho_{X,M} + \sigma_i \sigma_X \rho_{i,X}}{\sigma_A \sigma_X}$$

Según lo expuesto anteriormente, la correlación ( $\rho_{X,M}$ ) entre las rentabilidades de  $X$  y la deuda pública será igual a la correlación única calculada para la deuda pública y la categoría de instrumentos a la que pertenece  $X$ .

### Emisiones en US\$

Para este tipo de activos el proceso de cálculo de los parámetros de riesgo es exactamente igual que el expuesto para el caso de los bonos de alta rentabilidad, creándose categorías adicionales de activos de renta fija de países latinoamericanos en US\$, utilizando como criterio de segmen-

tación la calidad crediticia, y como instrumento libre de riesgo el bono del Tesoro de los Estados Unidos de similar duración.

A todos los efectos, estas categorías se comportarían exactamente igual que las categorías definidas para bonos de alta rentabilidad, sustituyendo el criterio del sector empresarial por el país del emisor. Por tanto, para la explicación de los cálculos asociados a estos instrumentos nos remitimos al apartado correspondiente (p. 317).

## MERCADOS POCO LÍQUIDOS: ACCIONES

Al igual que en el caso de renta fija, pueden existir acciones en el mercado que no se negocien con frecuencia o cuyo volumen no sea muy significativo. Para estos casos la información de precios puede ser escasa o poco fiable, lo que requiere el empleo de algún procedimiento que permita estimar los parámetros de riesgo asociados a dicho instrumento. Para ello se partirá de un análisis similar al de renta fija, descomponiendo el riesgo en sus componentes sistemática y específica. Tomando activos representativos se dividirá el mercado en categorías a las que se asignarían los activos menos líquidos y de las que tomarían sus características representativas.

Para el análisis de inversiones en acciones poco líquidas se tomará como modelo de referencia el MVAF<sup>35</sup>, modelo de valoración de activos financieros en el que la volatilidad de un activo es función de la del mercado y de los coeficientes  $\beta$  y de correlación del activo con el mercado. Sin embargo, estos últimos pueden ser difíciles de evaluar en el caso de activos con poca liquidez y profundidad en el mercado, lo que no significa que el riesgo al que se encontraría sometido este activo desaparezca, planteándose la necesidad de estimar dichos coeficientes. Partiendo de la teoría del MVAF la volatilidad del activo será función de su coeficiente  $\beta$ , de la volatilidad del mercado en el que opera y de la volatilidad de su componente específica

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \sigma_M^2 + \sigma_{\epsilon_i}^2$$

Así, se observa la necesidad de evaluar las componentes de riesgo sistemático y específico del activo poco líquido. Este planteamiento sería en cierta forma similar al empleado en los activos de renta fija poco líquidos, en el que se separaba la rentabilidad en dos componentes, nivel de los tipos de mercado y diferencial crediticio, con la salvedad de que en ese caso ambas componentes no son independientes (están correlacionadas) y en el caso del MVAF, la variable sistemática y la variable específica presentarían correlación nula.

Para determinar los parámetros de riesgo de los activos poco líquidos se empleará un enfoque similar al de la renta fija, clasificando los activos por categorías.

### Definición de categorías

Por tanto, para analizar el comportamiento de un activo poco líquido se partirá de la siguiente hipótesis: activos operando en el mismo mercado y en el mismo sector económico se encon-

<sup>35</sup> En el apéndice IV (p. 365) se desarrolla la aplicación de esta metodología para la determinación de los parámetros de riesgo de un activo. No obstante, este no es el único modelo desarrollado en el mercado ya que existen generalizaciones como el modelo de valoración por arbitraje en el que se desglosa el riesgo del instrumento en función de otros factores de riesgo. No obstante, dado su uso generalizado y la similitud con el planteamiento de renta fija, que descompone la rentabilidad en un efecto de mercado (sistemático) y otro de crédito (específico), se tomará el como referencia el modelo de valoración de activos financieros.

trarán sometidos a riesgos de negocio similares. En consecuencia, cada uno de los mercados se dividirá en categorías que corresponderán a los distintos sectores económicos: construcción, banca, compañías eléctricas, etc.

### Parámetros de riesgo de un activo

Según la hipótesis anterior, empresas operando en los mismos sectores estarán sometidas a riesgos de negocio similares. Por tanto, el objetivo de este apartado será determinar qué variables recogerían este planteamiento. Para ello, partamos de las grandes masas patrimoniales de cualquier compañía: activo, deuda y recursos propios. Calculando el valor de mercado de cada una de ellas debería verificarse que

$$\begin{aligned} \text{activo} &= \text{deuda} + \text{recursos propios} \\ A &= D + E \end{aligned}$$

Sin embargo, dada una estructura de activos necesarios para el funcionamiento de la compañía, esta ecuación podrá verificarse para distintas estructuras de capital, esto es, para distinta composición entre los valores de la deuda y los recursos propios. Por tanto, dado que todas las compañías del mismo sector no tienen por qué tener la misma estructura de capital, no todos los accionistas estarán expuestos a los mismos riesgos. Así, el objetivo será separar estos efectos y seleccionar las medidas de riesgo comunes a todos los negocios.

Calculando los retornos de cada uno de los dos términos se cumplirá que:

$$\left. \begin{aligned} \omega_D &= \frac{D}{D+E} \\ \omega_E &= \frac{E}{D+E} \end{aligned} \right\} \Rightarrow r_A = \omega_D r_D + \omega_E r_E$$

donde  $r_A$ ,  $r_D$  y  $r_E$  corresponden respectivamente a los retornos asociados a los activos, a la deuda y a los recursos propios. Independientemente de la estructura de capital, todas las compañías en el mismo sector tendrán estructuras de activo similares, ya que se dedican al mismo negocio. Por tanto, se supondrá que todos los activos asociados a un determinado sector presentarán los mismos parámetros de riesgo en el activo, que definiremos como la volatilidad de los activos y la  $\beta$  de los activos:

$$\begin{aligned} \beta_A &= \omega_D \beta_D + \omega_E \beta_E \\ \sigma_A^2 &= \omega_D^2 \sigma_D^2 + \omega_E^2 \sigma_E^2 + 2\omega_D \omega_E \sigma_{DE} \end{aligned}$$

Si además suponemos que la componente de deuda se comporta de manera que presenta una volatilidad muy baja<sup>36</sup> y una cierta independencia con respecto a las variaciones en la cotización de la acción y del mercado, se cumpliría que:

$$\sigma_{DE} \approx \beta_D \approx \sigma_D \approx 0$$

<sup>36</sup> En el caso de mercados en los que la volatilidad de los tipos de interés sea muy alta habría que reconsiderar esta hipótesis. Cuanto menor sea la duración de la deuda y menos volátiles sean los tipos de interés, menores serán la volatilidad y la covarianza relacionadas con la deuda.

de manera que

$$\left. \begin{array}{l} \beta_A = \omega_E \beta_E \\ \sigma_A = \omega_E \sigma_E \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{cases} \beta_E = \left(1 + \frac{D}{E}\right) \beta_A \\ \sigma_E = \left(1 + \frac{D}{E}\right) \sigma_A \end{cases}$$

La  $\beta$  y la volatilidad de los activos se denominan *desapalancadas*, ya que no dependen de la estructura de capital, sino de la estructura de activos necesaria para el funcionamiento del negocio.

La  $\beta$  y la volatilidad de los recursos propios se denominarán *apalancadas*, ya que se determinan a partir de las desapalancadas y de la estructura de capital y son las que se aplican a la cotización de la acción considerada.

### Parámetros de riesgo por categoría

Por tanto, para definir los parámetros de riesgo de un categoría se supondrá que la correlación de cada uno de los activos con el mercado es igual para todos los activos que pertenecen a una misma categoría, y que el riesgo específico de los activos de una compañía es el mismo para todas las compañías en el mismo sector.

Por tanto, para cada categoría  $j$  se determinarán una serie de activos líquidos  $i$  que se emplearán como representativos de la categoría, y para los que se calculará la  $\beta$  y la volatilidad desapalancada. Esta se determinará a partir de la razón deuda/capital de cada uno de los activos y la  $\beta$  y la volatilidad apalancadas, que son las que se pueden calcular a través de la serie de precios históricos o cualquier otro procedimiento. Teniendo en cuenta que se podría llegar a disponer de información adicional sobre el mercado, la volatilidad apalancada deberá ser la volatilidad corregida del activo representativo en lugar de la volatilidad histórica (0).

Una vez calculados, se definiría la  $\beta$  y la volatilidad desapalancada de la categoría como la media de las betas y volatilidades desapalancadas de cada uno de los activos:

$$\begin{aligned} \beta_j &= \text{media}(\omega_{E_i} \cdot \beta_i) \\ \sigma_j &= \text{media}(\omega_{E_i} \cdot \sigma_{i,\text{corregida}}) \end{aligned}$$

donde  $j$  representa la categoría e  $i$  cada uno de los activos representativos asociados a ella.

### Correlaciones entre activos del mismo sector

Las hipótesis anteriores, que establecen que instrumentos dentro del mismo sector presentan idénticas  $\beta$  y volatilidades desapalancadas no implican que entre ellos presenten la misma correlación desapalancada. Por ello, también se calculará la covarianza media desapalancada.

Dados dos activos representativos,  $i$  y  $l$ , de la categoría  $j$ , se cumpliría que la covarianza desapalancada entre estos será

$$\text{COV}(r_{A_i}, r_{A_l}) = w_{E_i} w_{E_l} s_{i,l}$$

Calculando todos los pares de covarianzas desapalancadas entre los activos representativos de una misma categoría y obteniendo su media se obtiene la covarianza desapalancada media dentro de la categoría. De manera similar se calcula el coeficiente de correlación desapalancado dentro del sector:

$$\rho_{jj} = \frac{\sigma_{jj}}{\sigma_j^2}$$

donde  $\rho_{jj}$  es la correlación desapalancada,  $\sigma_{jj}$  es la covarianza media desapalancada y  $\sigma_j$  es la volatilidad media desapalancada asociada a la categoría  $j$ . Con este planteamiento,  $\rho_{jj}$  podría tomar valores distintos de 1.

Por tanto, el coeficiente de correlación apalancado entre dos activos,  $u$  y  $v$ , pertenecientes a la misma categoría  $j$  será igual a

$$\rho_{u,v} = \frac{\sigma_{u,v}}{\sigma_u \sigma_v} = \frac{\omega_u \omega_v \sigma_{jj}}{\omega_u \omega_v \sigma_j^2} = \rho_{jj}$$

de manera que como coeficiente de correlación entre dos activos asociados a la misma categoría se tomaría el coeficiente de correlación desapalancado asociado a ésta.

### Parámetros de riesgo entre categorías

Sin embargo, la cartera está formada por instrumentos pertenecientes a distintas categorías y es necesario calcular la covarianza desapalancada media entre sectores. Así, para cada par de activos representativos de las categorías correspondientes se calculará la covarianza desapalancada como se ha indicado en la página anterior, calculándose posteriormente la media de todas ellas.

Estos cálculos se realizarán entre todos los sectores en los que exista posición, independientemente del mercado al que correspondan.

### Parámetros de riesgo de un activo poco líquido

Un activo poco líquido perteneciente a la categoría  $j$  tomará como suyos los parámetros de riesgo desapalancados asociados a dicha categoría, apalancándolos posteriormente para obtener los correspondientes a su estructura de capital.

Así, para calcular la  $\beta$  y la volatilidad de un activo poco líquido asignado a la categoría  $j$  se tomaría la  $\beta$  y la volatilidad desapalancada de la categoría y se apalancaría a través de la estructura de capital del activo poco líquido:

$$\beta_i = \left(1 + \frac{D_i}{E_i}\right) \cdot \beta_j$$

$$\sigma_i = \left(1 + \frac{D_i}{E_i}\right) \cdot \sigma_j$$

Para el caso de correlaciones entre activos pertenecientes a distintas categorías, la correlación entre un activo  $i$  de la categoría  $j$  y otro  $l$  de la categoría  $k$  será igual a la correlación desapalancada entre las categorías  $j$  y  $k$ .

$$\rho_{i,l} = \frac{\omega_i \omega_l \sigma_{j,k}}{\omega_i \omega_l \sigma_j \sigma_k} = \rho_{j,k}$$

### Hipótesis simplificadoras

En todo el planteamiento anterior existe una complicación adicional, ya que si ya resulta difícil estimar valores  $\beta$  representativos, más lo es el emplear las estructuras de capital propias de cada compañía. Por tanto, con el objeto de simplificar los cálculos anteriores se podrían establecer la siguiente hipótesis. De no ser posible considerar las estructuras de capital de las compañías analizadas, se supondrá que todas las compañías de un sector operan bajo las mismas condiciones de financiación, de manera que el hecho de desapalancar y volver a apalancar no tendría ningún efecto y sería suficiente considerar directamente las volatilidades y las  $\beta$  de los recursos propios.

Por último, podría ocurrir que no fuera posible asignar a una categoría un determinado activo  $i$ . En este caso, se supondrá, al menos, que el instrumento se comporta como el mercado, de manera que tanto  $\beta$  como el coeficiente de correlación se supondrán iguales a uno.

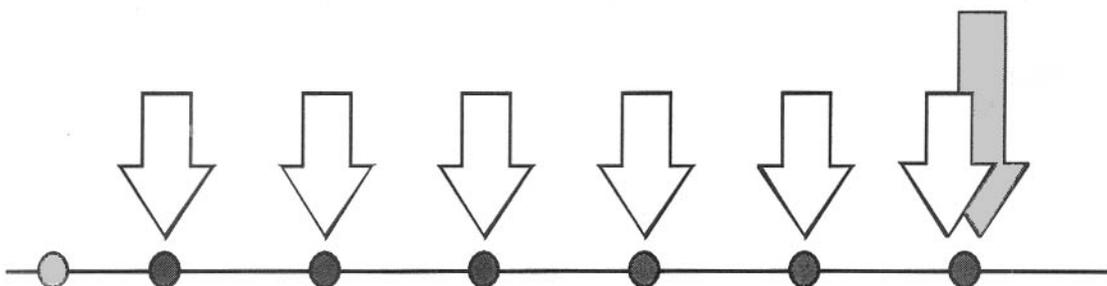
## Apéndices

### APÉNDICE I: INSTRUMENTOS DE RENTA FIJA

Se considerarán instrumentos de renta fija todos aquellos que de manera explícita (bonos) o implícita (letras) generen una rentabilidad conocida en el momento de la compra del instrumento.

Por tanto, la característica principal es la existencia de una estructura temporal de pagos conocida a priori.

Figura 10-16. Estructura de flujos de un bono explícito



Desde el punto de vista de la gestión de riesgos, nuestro objetivo final será la aplicación de las medidas de rentabilidad-riesgo definidas anteriormente.

Para ello es importante analizar los siguientes conceptos:

- precio: cómo se determina el precio del instrumento, que será dependiente de la estructura de tipos de interés existente en el mercado,
- sensibilidad: cómo varía ese precio ante movimientos de los tipos (duración y convexidad),
- exposición: cuál es el máximo movimiento desfavorable que podríamos encontrar, con un determinado nivel de confianza, de manera que se puedan calcular las pérdidas potenciales asociadas a una posición en dicho instrumento.

A continuación se desarrollarán estos puntos con mayor detalle.

### Precio

Para determinar el precio<sup>37</sup> o valor de mercado del instrumento se tendrá en cuenta que este debe ser igual a la suma de los valores actuales de todos los flujos futuros pendientes de cobrar. El valor actual de un flujo futuro en el instante  $T$  se calculará como:

$$\text{valor actual}_T = \text{flujo}_T \cdot \text{factor de descuento}_T$$

$$\text{valor actual}_{\text{Bono}} = \sum (\text{flujo}_T \cdot \text{factor de descuento}_T).$$

Donde el factor de descuento dependerá de los tipos de interés que apliquen a un horizonte temporal con vencimiento en el instante  $T$ . Generalmente, estos se expresarán como tipos de interés compuestos anuales, de manera que:

$$FD_T = \frac{1}{(1 + \text{tipo})^T}$$

### Tasa interna de retorno

Como se ha visto en el apartado anterior para poder calcular el precio del bono es necesario determinar los tipos de interés que se emplearán para descontar cada uno de los flujos. Sin embargo, la práctica habitual del mercado es emplear un único tipo de interés para todos los plazos, que representará una media de la estructura temporal real de tipos de interés para el vencimiento total del instrumento. Este tipo de interés así definido se denomina *tasa interna de retorno* (TIR) por ser la tasa a la que hay que descontar todos los flujos futuros para obtener el valor de mercado que se esté cotizando y que representaría la rentabilidad asociada al instrumento. Por tanto, se cumplirá que

$$\text{precio} = \sum \text{flujo}_T \cdot \frac{1}{(1 + \text{TIR})^T}$$

<sup>37</sup> En todo momento se considerará que el precio incluye el devengo de cupón, a diferencia del precio cotizado, que habitualmente se expresa sin el cupón corrido.

El precio del instrumento de renta fija es función de una única variable de mercado, la TIR, que dependerá del vencimiento del instrumento y de su nivel de riesgo<sup>38</sup>. Así, instrumentos de similar vencimiento<sup>39</sup> y similar nivel de riesgo deberán dar rentabilidades similares, de manera que el mercado cotiza niveles de TIR para los distintos plazos y riesgos y se los aplica a todos los instrumentos de renta fija en dicha categoría, independientemente de su estructura de flujos real.

Por tanto, se considerará la TIR como el factor de mercado que determina el riesgo de un instrumento de renta fija, de manera que el siguiente paso será analizar cómo influye el comportamiento de la TIR en el precio del instrumento y, de ahí, en las pérdidas y ganancias asociadas a una posición en dicho producto.

### Ejemplo

Supongamos una posición en un bono con vencimiento el 31 de diciembre del 2007 que pague un cupón de US\$ 60.000 (6%) todos los 31 de diciembre hasta el vencimiento y que devuelva el nominal del título (US\$ 1 millón) en la fecha de vencimiento. ¿Qué valor de mercado tendría esta posición?

Como se ha indicado anteriormente el valor del bono dependerá de la TIR de mercado asociada a dicho vencimiento para el nivel de riesgo de esta emisión. Supongamos que esta fuera igual al 6,5%. A continuación se muestra la estructura de pagos del bono y los respectivos valores actuales para cada una de las fechas, calculando el factor de descuento (FD) con la TIR del 6,5%:

Valoración del bono				
Fecha	Flujo (US\$)	Años	FD (%)	Valor actual (US\$)
31/12/98	60.000	0,94795	94	56.523
31/12/99	60.000	1,94795	88	53.073
31/12/00	60.000	2,95068	83	49.825
31/12/01	60.000	3,95068	78	46.784
31/12/02	60.000	4,95068	73	43.929
31/12/03	60.000	5,95068	69	41.248
31/12/04	60.000	6,95342	65	38.724
31/12/05	60.000	7,95342	61	36.360
31/12/06	60.000	8,95342	57	34.141
31/12/07	1.060.000	9,95342	53	566.348

De manera que sumando todos los valores de la columna de valores actuales se obtendría un valor de mercado de US\$ 966.957.

Repetiendo el proceso para otros valores de la TIR se obtendrían los resultados que se muestran en la Figura 10-17 y en la tabla anexa.

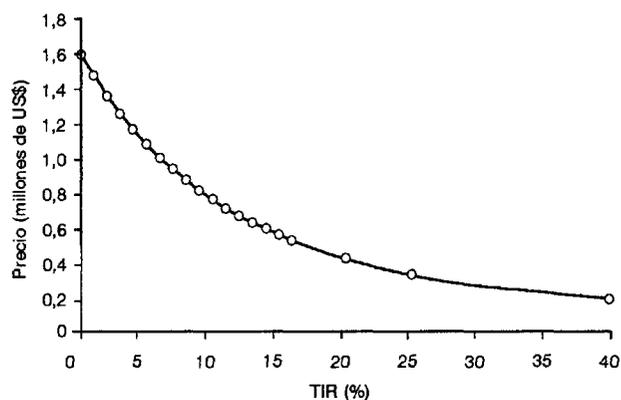
<sup>38</sup> El nivel de riesgo asociado al instrumento vendrá dado por la calidad del emisor del instrumento, por la liquidez y profundidad del mercado y por las características propias del instrumento.

<sup>39</sup> Realmente esta afirmación se aplica a instrumentos de similar duración, pero a efectos didácticos y dado que todavía no se ha introducido este concepto, se considerará el vencimiento del instrumento.

### Comportamiento del precio frente a la TIR

Figura 10-17. Comportamiento del precio frente a la tasa interna de rentabilidad

TIR (%)	Valor (US\$)
0	1.600.000
1	1.474.261
2	1.360.582
3	1.257.672
4	1.164.389
5	1.079.724
6	1.002.782
7	932.772
8	868.989
9	810.807
10	757.669
11	709.079
12	664.593
13	623.818
14	586.398
15	552.017
16	520.391
20	416.723
25	325.127
30	261.378

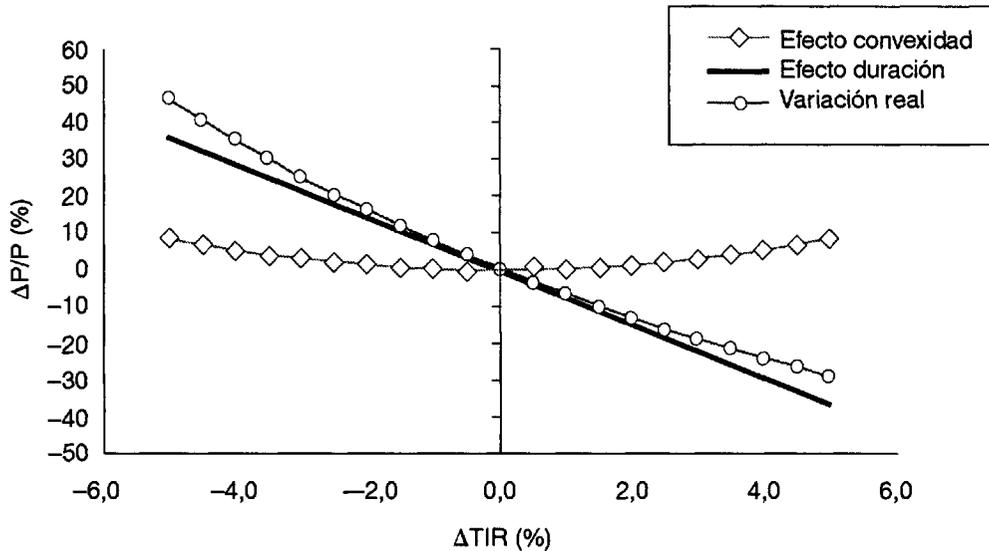


Como se puede observar, los incrementos en el valor de la TIR se traducen en disminuciones en el valor del activo, y viceversa.

### Sensibilidad

Sin embargo, el instrumento se comportará de la misma manera independientemente del volumen de la posición, de manera que se analizará su *sensibilidad* ante variaciones en el valor del factor de mercado que determina su comportamiento (en este caso, la TIR de mercado asociada al plazo y nivel de riesgo del producto). Así, empleando los resultados del ejemplo anterior se obtendría el gráfico que se muestra en la Figura 10-18.

Figura 10-18. Comportamiento de la rentabilidad instantánea



Como puede observarse el comportamiento de la rentabilidad del instrumento ante variaciones de la TIR tiene un comportamiento fundamentalmente lineal en el entorno de la TIR actual, corrigiéndose con una cantidad positiva casi simétrica a medida que nos alejamos del punto central, de manera que se comporta aproximadamente como:

$$y = ax + bx^2$$

donde  $y$  es la variación relativa del precio, y  $x$  la variación de la TIR. Por tanto, en primera aproximación podríamos expresar la variación relativa del precio como:

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -DM \cdot \Delta TIR + \frac{1}{2} \cdot C \cdot \Delta TIR^2$$

donde  $DM$  es la duración modificada del instrumento y  $C$  la convexidad, ambas positivas<sup>40</sup>.

### **Duración modificada**

En el apartado anterior se introdujo el concepto de duración modificada. Para calcularlo se definirá en primer lugar el concepto de *duración*. La duración de un instrumento de renta fija se define como la media ponderada de los valores actuales de cada flujo donde los coeficientes de ponderación son el tiempo en años hasta el pago del flujo correspondiente. Los valores actuales se expresarán en tanto por uno con respecto al valor de mercado total del instrumento. Esto es,

<sup>40</sup> Según la teoría del cálculo infinitesimal,  $DM$  se calcula como el cociente, cambiado de signo, entre la derivada primera del precio con respecto a la TIR y el precio, y  $C$  como el cociente entre la derivada segunda del precio con respecto a la TIR y el precio. Desarrollando en serie:

$$\frac{\Delta P}{P} = \frac{1}{P} \cdot \frac{dP}{dTIR} \cdot \Delta TIR + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{P} \cdot \frac{d^2P}{dTIR^2} \cdot \Delta TIR^2 + O(\Delta TIR^3)$$

$$duración = \sum t_i \cdot \frac{VA_i}{VA}$$

donde  $t_i$  son los años hasta el flujo  $i$ ,  $VA_i$  es el valor actual del flujo  $i$  descontado usando la TIR del instrumento y  $VA$  es el valor actual del instrumento. A partir de este punto se definiría la duración modificada como la duración dividida por uno más la TIR del instrumento<sup>41</sup>:

$$DM = \frac{duración}{1 + TIR}$$

### Convexidad

La convexidad de un instrumento de renta fija se define como<sup>42</sup>

$$convexidad = \frac{1}{(1 + TIR)^2} \sum t_i \cdot (t_i + 1) \cdot \frac{VA_i}{VA}$$

lo que vendría a representar, al igual que en el caso de la duración, una media ponderada de los valores actuales de cada flujo, siendo el coeficiente de ponderación un tiempo al cuadrado.

### Ejemplo

Volviendo al ejemplo anterior, los sumandos necesarios para el cálculo de la duración modificada y la convexidad, para una TIR del 6,5%, serían los que muestra la tabla siguiente, de manera que se obtendría una duración modificada de 7,24 años y una convexidad igual a 67,589.

<sup>41</sup> Sustituyendo la expresión del valor actual de cada uno de los flujos se deduce que la duración modificada es igual a:

$$DM = \frac{duración}{1 + TIR} = \frac{1}{1 + TIR} \cdot \sum t_i \cdot \frac{VA_i}{VA} = \frac{1}{VA} \sum \left( flujo_i \cdot \frac{t_i}{(1 + TIR)^{t_i+1}} \right) = -\frac{1}{VA} \cdot \frac{dVA}{dTIR}$$

Es importante señalar que la forma adecuada de calcular la duración modificada es la obtención directa de la derivada primera. La razón estriba en que las TIR que negocian en el mercado dependen de la forma de expresar el número de años entre dos fechas y de la forma de cálculo de intereses (simple, compuesto, continuo) y esto condicionará la expresión asociada al factor de descuento. Así, si la TIR estuviese expresada como un tipo lineal, las expresiones anteriores no serían válidas, ya que suponen una TIR expresada en base compuesta.

<sup>42</sup> Al igual que en el caso de la duración, la manera apropiada de calcular la convexidad de un instrumento de renta fija es hallar el cociente entre la derivada segunda del precio, con respecto a la TIR, y el precio:

$$convexidad = \frac{1}{P} \cdot \frac{d^2P}{dTIR^2}$$

### Duración modificada y convexidad

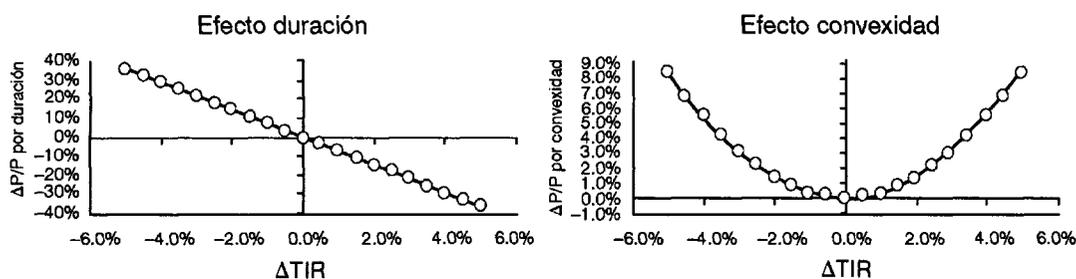
Años	Duración modificada (años)	Convexidad
0,95	0,05	0,095
1,95	0,10	0,278
2,95	0,14	0,530
3,95	0,18	0,834
4,95	0,21	1,180
5,95	0,24	1,556
6,95	0,26	1,953
7,95	0,28	2,361
8,95	0,30	2,774
9,95	5,47	56,299
<i>Total</i>	<i>7,24</i>	<i>67,859</i>

Una vez realizados estos cálculos se aproximará la variación de valor relativo del instrumento por una expresión analítica función de la duración modificada y la convexidad. Así,

$$\frac{\Delta P}{P} \approx -7,237 \cdot \Delta TIR + \frac{1}{2} \cdot 67,589 \cdot \Delta TIR^2$$

El efecto de cada uno de los sumandos se presenta en la Figura 10-19.

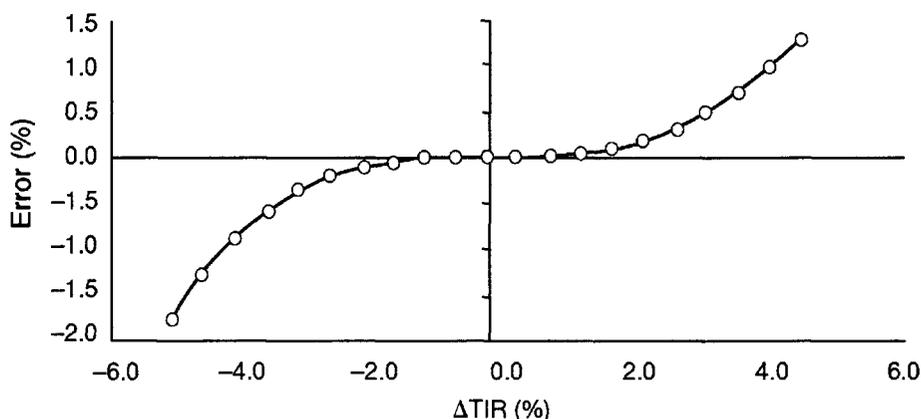
**Figura 10-19. Error de la duración y la convexidad**



Si además se representa el error de la aproximación, definido como la diferencia entre la variación obtenida a través de la expresión aproximada y la variación obtenida valorando de nuevo el instrumento, se tendría:

$$Error = \frac{\Delta P_{aprox}}{P} - \frac{\Delta P_{real}}{P}$$

Figura 10-20. Error de la aproximación



Según se observa en la Figura 10-20, para variaciones en el valor de la TIR suficientemente pequeñas la aproximación representa adecuadamente el comportamiento del precio, y puede despreciarse el efecto de la convexidad, considerando únicamente la componente lineal (efecto duración).

### Medidas de riesgo

Hasta ahora, únicamente se han analizado las variables que afectan al precio del instrumento y su sensibilidad frente a variaciones de éstas. Sin embargo, no todos los movimientos posibles son igual de probables, de manera que el siguiente paso es la obtención del perfil de distribución de probabilidades asociado a la variación del valor del instrumento, en función del perfil de la variable que lo define. En el caso de instrumentos de renta fija, esta variable será la TIR, de manera que se modelizará su comportamiento y posteriormente se aplicará dicho comportamiento a la expresión que permite determinar la variación de valor.

### Comportamiento del precio del instrumento

Para determinar la manera en la que se analizará la variación de valor del instrumento es preciso tener en cuenta cuál será el horizonte temporal en el que se desean realizar los cálculos, ya que en los instrumentos de renta fija, al ser el vencimiento determinado, van cambiando las variables que definen su comportamiento. Así, para un bono a 5 años, el factor de mercado que determina su riesgo será la TIR de mercado a 5 años, mientras que un año después el vencimiento serían 4 años, y la TIR de referencia sería la asociada al plazo de 4 años.

Por otra parte, el valor que tendrá el instrumento el día de su vencimiento es conocido e igual al último flujo que quede por pagar. Por tanto, independientemente del valor que tenga actualmente el producto, este deberá tender de manera irremisible hacia dicho valor a vencimiento lo que iría reduciendo la volatilidad del precio del instrumento a medida que transcurre el tiempo.

Como es evidente, estos dos efectos tienen importancia cuando lo que se está analizando es la evolución que tendría una cartera dada en un horizonte temporal muy alto, pero no

cuando el horizonte temporal es reducido, como es el caso que se trata en este documento, en anualizan sin tener en cuenta la composición real de la cartera, sino manteniendo constante el nivel de riesgo.

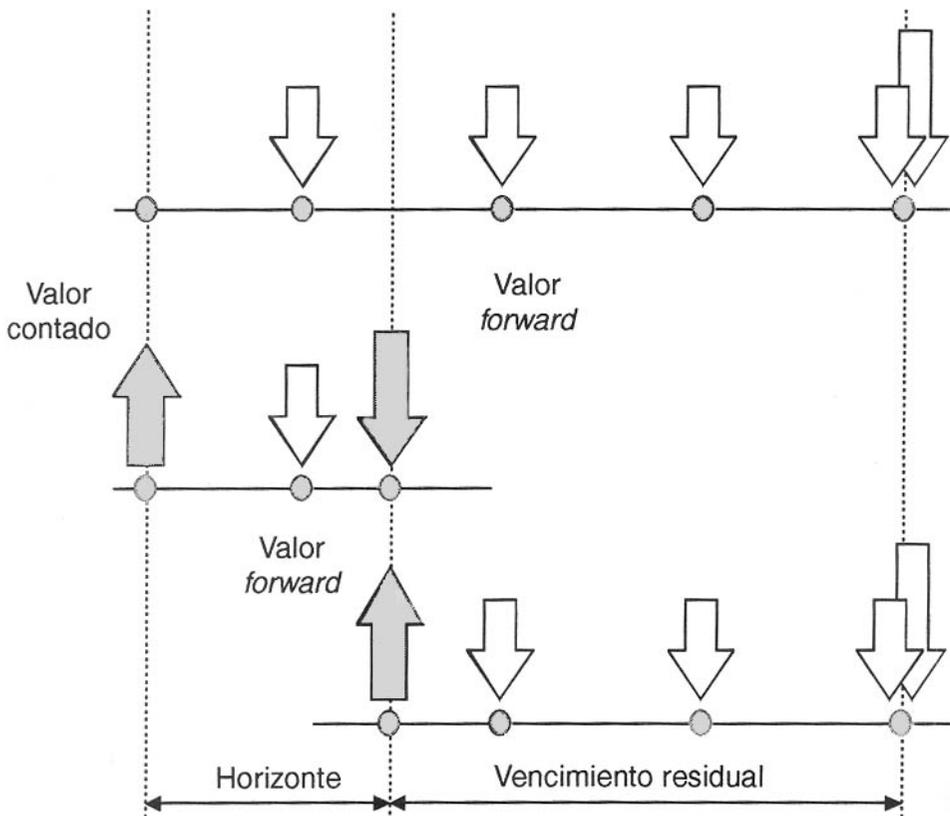
No obstante, a continuación se expondrá el planteamiento general para el tratamiento de este tipo de instrumentos.

### Descomposición del instrumento

Una posición en un instrumento de renta fija puede descomponerse en una operación de compra del activo con pacto de reventa en la fecha final del horizonte temporal considerado (operación *simultánea*) más una compra a futuro del instrumento en esta misma fecha y por el mismo importe del pacto de reventa<sup>43</sup>:

- Compra de una *simultánea* con vencimiento igual al horizonte temporal.
- Compra *a futuro* del bono con fecha de liquidación igual al vencimiento de la *simultánea*.

Figura 10-21. Descomposición de un bono en una *simultánea* más una operación a futuro



<sup>43</sup> Si el precio de reventa no fuera igual al precio *a futuro* pactado existiría la posibilidad de realizar un arbitraje sin riesgo. El precio de reventa, o de compra de la operación a futuro, vendrá determinado por las condiciones existentes en el mercado. Véase el apéndice sobre precio futuro de un instrumento de renta fija en p. 349.

De esta forma, independientemente de lo que ocurra al final del periodo considerado seguiremos teniendo la misma posición que habiendo mantenido durante todo el período la posición inicial en el instrumento y los mismos flujos monetarios de entrada y salida. La Figura 10-21 muestra que el horizonte estaría después de un cobro de cupón, que no se perdería, ya que se recibiría en la operación *simultánea*.

Por tanto, la variación de valor asociada a esta posición en el horizonte considerado se descompondrá en la variación de valor de la operación *simultánea* más la variación de valor de la compra *a futuro*.

$$\Delta\text{valor} = \Delta\text{valor}_{\text{simultánea}} + \Delta\text{valor}_{\text{futuro}}$$

La variación de valor asociada a la operación *simultánea* sería igual al valor de reventa menos el valor inicial más los cupones que se hubieran recibido<sup>44</sup>

$$\Delta\text{valor}_{\text{simultánea}} = \text{valor reventa} + \text{cupones} - \text{valor inicial}$$

mientras que la variación de valor debida a la operación *a futuro* será igual a la diferencia entre el valor pactado de compra a futuro (igual al valor de reventa de la *simultánea*) y el valor de mercado en el instante final del horizonte:

$$\Delta\text{valor}_{\text{futuro}} = \text{valor final} - \text{valor reventa}$$

de manera que el valor total de la operación sería

$$\Delta\text{valor} = \text{valor final} + \text{cupones} - \text{valor inicial}$$

que coincidiría con la variación de valor asociada a comprar el instrumento del ejemplo y mantenerlo durante el horizonte temporal considerado. Entonces, ¿cuál es el sentido de la descomposición? La respuesta es sencilla. Por un lado, la variación de valor debida a la operación *simultánea* es conocida a priori y carece de aleatoriedad, mientras que toda la componente de volatilidad quedaría en la operación *a futuro*.

Por otra parte, la operación *a futuro* evita los problemas que introduce el paso del tiempo en el análisis de un instrumento de renta fija con vencimiento definido, ya que el bono que se está comprando a futuro tendrá exactamente las mismas características al inicio y al final del periodo considerado y su comportamiento vendrá dado por la evolución de la TIR asociada a un plazo igual a su vencimiento residual.

### **Modelización de la variación de valor de la operación a futuro**

Como se ha visto en el punto anterior, el factor de mercado a modelizar será la TIR asociada al vencimiento residual del instrumento, de manera que si desde el final del horizonte considerado hasta el vencimiento del bono quedaran 3 años, este sería el plazo a considerar.

Para modelizar el comportamiento de la TIR se supondrá que evoluciona de manera normal. Si combinamos este modelo con la aproximación realizada para estudiar la sensibilidad de los instrumentos de renta fija se llega<sup>45</sup> a que la variación de valor asociada a la operación *a futuro* también se comportaría según una distribución normal de volatilidad igual

<sup>44</sup> En caso de considerar que estos cupones se reinvierten hasta el final de la operación *simultánea* se tendrán en cuenta también los intereses generados.

<sup>45</sup> En el apéndice de p. 349 se desarrolla con más detalle esta afirmación.

al producto de la duración modificada del instrumento residual por la volatilidad de la TIR asociada.

$$\sigma_{\text{precio}} = DM \cdot \sigma_{TIR}$$

Como puede observarse, en la volatilidad del precio no intervendría la convexidad, de manera que el cálculo del CER no se vería afectado por esta. Así, aunque es para variaciones significativas de la TIR cuando el efecto de la convexidad se hace más notable, la probabilidad asociada a estos movimientos es muy pequeña de manera que un efecto compensa al otro.

#### EJEMPLO

Para analizar esta situación partiremos de los mismos datos que en el ejemplo anterior (p. 341) y se supondrá que la volatilidad de la TIR es del 1%. Teniendo en cuenta que la duración modificada es igual a 7,24 años, se tendrá que:

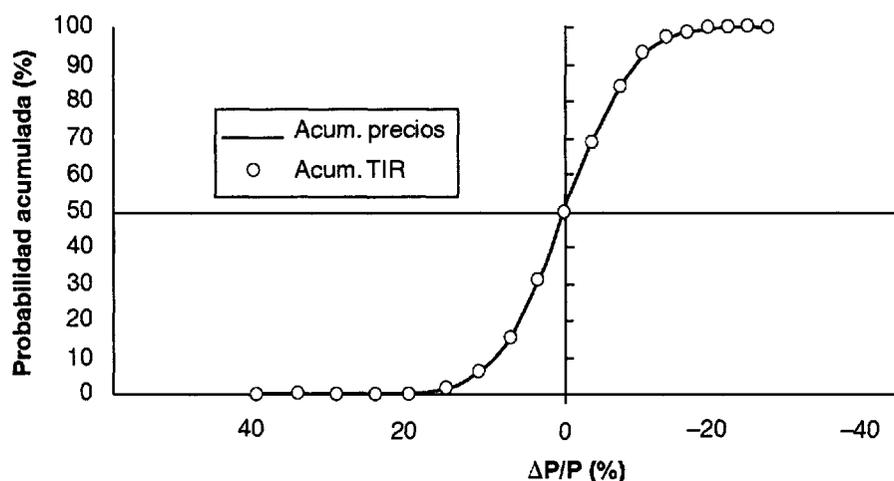
$$\sigma_{\text{precio}} = 7,24\%$$

A continuación se comparará la distribución de probabilidades de la rentabilidad del bono partiendo de la distribución de las TIR frente a una distribución normal con volatilidad  $\sigma_{\text{precio}}$ . Para ello, se valorará de nuevo el bono para una serie de variaciones en la TIR alrededor de la TIR de mercado (6,5%) y se comparará la probabilidad acumulada de la TIR (normal con media 0 y volatilidad 1%) asociada a cada precio con la probabilidad acumulada que tendría este para una distribución normal de media 0 y volatilidad 7,24%. Los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Representando gráficamente las dos probabilidades acumuladas frente a la variación de valor relativa se obtiene la Figura 10-22.

Distribución de probabilidades						
	Probabilidad (%) acumulada (TIR)	$\Delta TIR$ (%)	TIR (%)	Precio (US\$)	$\Delta P/P$ (%)	Probabilidad (%) acumulada (precio)
$-4,5\sigma$	0,00	-4,5	2,0	1.360.582	40,7	0,00
$-4,0\sigma$	0,00	-4,0	2,5	1.307.856	35,3	0,00
$-3,5\sigma$	0,02	-3,5	3,0	1.257.672	30,1	0,00
$-3,0\sigma$	0,13	-3,0	3,5	1.209.893	25,1	0,03
$-2,5\sigma$	0,62	-2,5	4,0	1.164.389	20,4	0,24
$-2,0\sigma$	2,28	-2,0	4,5	1.121.038	15,9	1,38
$-1,5\sigma$	6,68	-1,5	5,0	1.079.724	11,7	5,35
$-1,0\sigma$	15,87	-1,0	5,5	1.040.339	7,6	14,72
$-0,5\sigma$	30,85	-0,5	6,0	1.002.782	3,7	30,43
$0,0\sigma$	50,00	0,0	6,5	966.957	0,0	50,00
$0,5\sigma$	69,15	0,5	7,0	932.772	-3,5	68,74
$1,0\sigma$	84,13	1,0	7,5	900.143	-6,9	83,01
$1,5\sigma$	93,32	1,5	8,0	868.989	-10,1	91,92
$2,0\sigma$	97,72	2,0	8,5	839.234	-13,2	96,60
$2,5\sigma$	99,38	2,5	9,0	810.807	-16,1	98,72
$3,0\sigma$	99,87	3,0	9,5	783.639	-19,0	99,56
$3,5\sigma$	99,98	3,5	10,0	757.669	-21,6	99,86
$4,0\sigma$	100,00	4,0	10,5	732.834	-24,2	99,96
$4,5\sigma$	100,00	4,5	11,0	709.079	-26,7	99,99

Figura 10-22. Distribución de probabilidad de la rentabilidad instantánea frente a la de la variación de la TIR.



#### Cálculo de la volatilidad histórica de la TIR

Como se ha indicado, se supone que la TIR se comporta según una distribución normal. Por tanto, para determinar la volatilidad de la TIR a partir de su serie histórica el procedimiento será idéntico al caso del cálculo de la volatilidad de una serie de precios, salvo por el hecho de que la variable sobre la que se calculará la desviación típica será la diferencia aritmética entre el valor de la TIR para dos datos consecutivos:

$$u_i = TIR_i - TIR_{i-1}$$

En este punto es importante señalar que la serie histórica a analizar no será la TIR histórica del instrumento considerado, ya que el instrumento varía sus características a lo largo del tiempo y las TIR obtenidas no son homogéneas. Así, si el instrumento a analizar tienen un vencimiento igual a 3 años, se tomaría una serie histórica de TIR a 3 años para el mismo nivel de riesgo. Así, para cada instante del pasado se buscaría cual era el valor de la TIR de un instrumento a 3 años que en ese momento tuviera el mismo nivel de riesgo que el instrumento actual. Esta información suele estar disponible en el mercado sin necesidad de regenerarla.

#### Capital en riesgo diario

Los puntos anteriores se han desarrollado considerando un horizonte temporal cualquiera y de una manera genérica. Sin embargo, las medidas de riesgo que se han definido en el documento son diarias, y como tales permiten hacer una serie de simplificaciones que hacen que el CER diario asociado a un instrumento de renta fija venga dado por:

$$CER \approx \frac{V_0 \cdot k \cdot \sigma}{1 + z_{LR} \cdot T_{diario}}$$

donde  $k$  dependerá del intervalo de confianza definido (3 para un intervalo del 99.87%) y  $\sigma$  será la volatilidad diaria del precio, que vendrá dada por:

$$\sigma = \frac{DM \cdot \sigma_{TIR}}{\sqrt{250}}$$

donde  $V_0$  y  $DM$  son el valor de mercado y la duración modificada asociados a una posición de contado en el instrumento considerado. La volatilidad de la TIR que se empleará será la del plazo asociado al instrumento considerado y para el mismo nivel de riesgo.

### Ejemplo

Supongamos que la TIR que sirve de referencia en el ejemplo anterior tiene una volatilidad anual del 1%. Como hemos visto, con una TIR del 6,5%, el valor de mercado del bono es US\$ 966.957 y la duración modificada del instrumento 7,237 años. Por tanto, la volatilidad anual del precio será:

$$\sigma_{precio} = 7,24\%$$

Suponiendo un tipo libre de riesgo del 5,5% y aplicando la expresión del CER diario para un intervalo de confianza del 99,87% resulta que:

$$CER_{diario} = \frac{966.957 \cdot 3 \cdot \frac{7,24\%}{\sqrt{250}}}{1,00015} = \text{US\$ } 13.276$$

### Factores de riesgo

En los puntos anteriores se han tratado de forma genérica los instrumentos de renta fija, independientemente de su nivel de riesgo, considerando que cada producto tendría asociada una tasa interna de rentabilidad en función de las características del instrumento: emisor, plazo, cupones, liquidez, etc. Sin embargo, la práctica habitual del mercado no es analizar el instrumento por separado, sino con respecto al instrumento de mercado de mejor calidad crediticia, normalmente el Tesoro del Estado. De esta forma, este instrumento de referencia marca el nivel general de los tipos de interés y al instrumento analizado se le asigna un diferencial o prima de riesgo en base a sus características particulares, incluyendo su liquidez y profundidad en el mercado.

Por tanto, la TIR de cualquier instrumento se determinará como:

$$TIR = TIR_{ref} + \text{diferencial}$$

donde la  $TIR_{ref}$  corresponde a un instrumento del mercado que sea considerado como referencia y que tenga una duración similar al instrumento analizado.

De esta forma se estarían aislando dos efectos. Por una parte, el primer término representaría el comportamiento del sistema financiero (*riesgo sistémico*) mientras que el segundo dependería únicamente de las características específicas del bono (*riesgo específico*). Así, suponiendo que evolucionasen de manera independiente, la variación relativa

del precio del instrumento vendría dada, de forma general<sup>46</sup>, por la contribución de cada uno de los factores:

$$\frac{\Delta P}{P} = - \left[ D_{ref} \cdot \Delta TIR_{ref} + D_{diferencial} \cdot \Delta diferencial \right]$$

donde  $D_{ref}$  y  $D_{diferencial}$  son las sensibilidades del precio ante variaciones en los tipos de referencia y el diferencial, respectivamente.

Sin embargo, en un instrumento de cupones fijos la contribución de una determinada variación en los tipos de referencia es igual a la de la misma variación en el diferencial. Por tanto:

$$\frac{\Delta P}{P} = -D_{TIR} \cdot (\Delta TIR_{ref} + \Delta diferencial)$$

donde  $D_{TIR}$  es la duración modificada del instrumento, según se ha visto anteriormente (p. 340).

No obstante, estos factores no se comportan de manera independiente. Por tanto, para determinar la exposición del instrumento habrá que calcular su volatilidad a partir de las volatilidades y correlaciones de los tipos de referencia y el diferencial. Así, se verificará que:

$$\sigma_{precio}^2 = \left[ D_{ref} \cdot \sigma_{ref} \right]^2 + \left[ D_{dif} \cdot \sigma_{dif} \right]^2 + 2 \cdot \rho \cdot D_{ref} \cdot \sigma_{ref} \cdot D_{dif} \cdot \sigma_{dif}$$

Teniendo en cuenta que:

$$\sigma_{TIR}^2 = \sigma_{ref}^2 + \sigma_{dif}^2 + 2 \cdot \rho \cdot \sigma_{ref} \cdot \sigma_{dif}$$

Para un instrumento con cupones fijos se cumplirá que:

$$D_{ref} = D_{dif} \Rightarrow \sigma_{precio}^2 = D_{TIR}^2 \cdot \sigma_{TIR}^2$$

## Anexos

### *Precio futuro de un instrumento de renta fija*

Para calcular el precio futuro de un instrumento de renta fija se debe cumplir que no haya posibilidad de arbitraje. Para ello se utilizará el concepto de operación simultánea.

Una operación simultánea (Figura 10-23) es aquella en la que se acuerda que una parte compra un determinado activo a la otra al precio de mercado y se compromete a vendérselo en un instante futuro a un precio pactado al inicio de la operación. Como puede intuirse esta operación es similar a realizar un depósito a plazo, pero con dos particularidades:

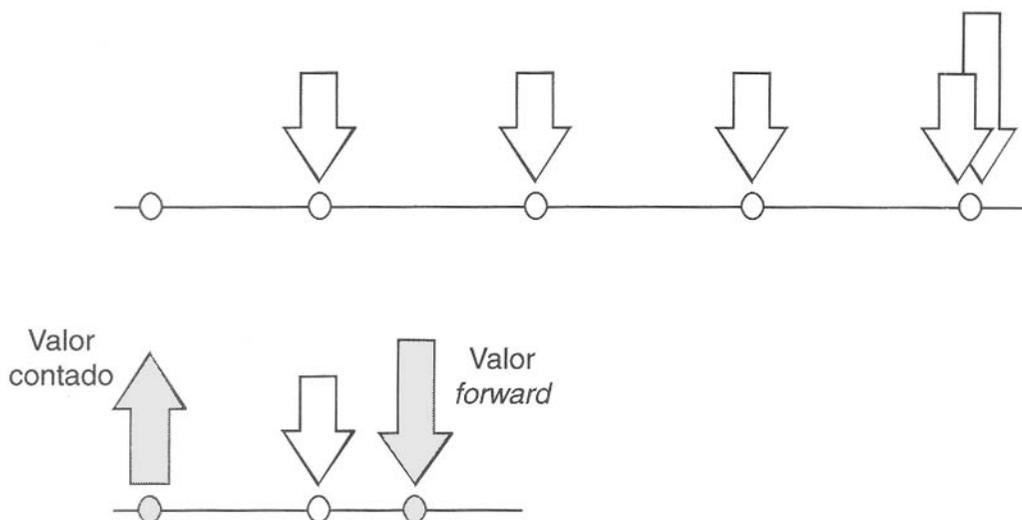
- Si el instrumento que sirve de referencia pagase algún flujo este corresponderá al comprador de la simultánea.

<sup>46</sup> Se ha mantenido la expresión general de la sensibilidad del instrumento de pago de cupones, ya que en el caso de que estos fuesen variables, los tipos de interés de referencia contribuirían de manera diferente que el diferencial. En el apéndice de p. 362 se analiza con más detalle esta circunstancia.

- En caso de incumplimiento en la devolución del importe invertido y los intereses, el instrumento serviría como garantía de la operación.

Esto hace que la rentabilidad de la operación sea similar a las rentabilidades de mercado para el intervalo de tiempo entre la compra y la venta. El hecho de que exista el colateral reduciría la rentabilidad obtenida al reducir el riesgo de crédito de la operación.

Figura 10-23. Operación simultánea



Por tanto, una vez fijado el precio de recompra se calculará el tipo *repo* (tipo de interés implícito en la operación) de manera que se cumpla que el valor actual de todos los flujos futuros sea igual al importe desembolsado.

Así, se deberá cumplir que:

$$\text{valor contado} = \frac{\text{cupon}}{1 + \text{repo} \cdot t_{\text{cupon}}} + \frac{\text{valor forward}}{1 + \text{repo} \cdot t_{\text{final}}}$$

En el caso de que hubiera más pagos de cupón en el periodo sólo habría que añadir más sumandos con sus valores actuales. No obstante, el caso más frecuente es la ausencia de pagos de cupón. Por otra parte, la práctica habitual de los mercados es expresar estos tipos de interés de manera lineal, frente a la práctica habitual de calcular las TIR de manera compuesta.

### Modelización del precio futuro de un instrumento de renta fija

Como ya se ha visto en el apartado en el que se desarrolla el concepto de sensibilidad de un instrumento de renta fija, la variación de valor relativa del instrumento puede expresarse como:

$$\frac{dP}{P} = -DM \cdot dTIR + \frac{1}{2} \cdot C \cdot dTIR^2$$

quedando, por tanto, pendiente de modelizar el comportamiento de la TIR. Para ello supondremos que la TIR se comporta según un movimiento browniano de media  $\mu$  y desviación típica igual a  $\sigma_{TIR}$ , de forma que:

$$dTIR = \mu \cdot dt + \sigma_{TIR} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{dt}$$

donde  $\varepsilon$  es una variable aleatoria normal de media 0 y desviación típica 1. Combinando ambas expresiones se tiene que:

$$\frac{dP}{P} = -DM \cdot (\mu \cdot dt + \sigma_{TIR} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{dt}) + \frac{1}{2} \cdot C \cdot \left( \mu^2 \cdot dt^2 + \sigma_{TIR}^2 \cdot \varepsilon^2 \cdot dt + 2 \cdot \mu \cdot \sigma_{TIR} \cdot \varepsilon \cdot dt^{\frac{3}{2}} \right)$$

Despreciando los términos de orden superior a  $dt$  y teniendo en cuenta que cuando  $dt$  tiende a cero la variable  $\varepsilon^2 \cdot dt$  tiende a una variable no aleatoria (su varianza es de orden  $dt^2$ ) se tendrá que<sup>47</sup>:

$$\frac{dP}{P} = \left( -DM \cdot \mu + \frac{1}{2} \cdot C \cdot \sigma_{TIR}^2 \right) dt + DM \cdot \sigma_{TIR} \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{dt}$$

de manera que el precio del bono se comportaría como una lognormal de volatilidad igual a:

$$\sigma_{precio} = DM \cdot \sigma_{TIR}$$

aplicándose a partir de este punto las mismas medidas de rentabilidad-riesgo que para cualquier otro activo.

## APÉNDICE II: BONOS BRADY

En este punto se generalizarán las conclusiones expuestas en p. 288 y ss., desarrollando una metodología general para valorar y calcular las medidas de riesgo asociadas a instrumentos de renta fija con garantías. En el desarrollo siguiente se supondrá que la divisa del instrumento son US\$, por ser esta la divisa en la que se encuentran denominados la mayoría de los bonos Brady.

Con objeto de facilitar los cálculos, y dada su mayor riqueza analítica, se supondrá que todos los tipos de interés están expresados como tipos compuestos continuos, de forma que cualquier factor de descuento vendrá dado por una expresión del tipo:

$$FD = e^{-z}$$

donde  $z$  es el tipo de interés y  $t$  es el tiempo expresado en años.

<sup>47</sup> Al pasar de una expresión a otra el segundo término estaría restando, pero teniendo en cuenta que se comporta según una variable aleatoria normal y esta es simétrica daría igual que se sumase o se restase.

### Tasa interna de rentabilidad

Dado el precio  $P$  del instrumento y su estructura temporal de flujos futuros  $CF_i$ , se calculará la TIR continua ( $TIR_C$ ) a partir de la expresión:

$$P = \sum \frac{CF_i}{e^{TIR_C \cdot t_i}}$$

que puede transformarse en la TIR compuesta teniendo en cuenta que:

$$TIR_C = \ln(1 + TIR)$$

Sin embargo, esta tasa de rentabilidad no es representativa del nivel de riesgo que los operadores del mercado estarían asignando al emisor ya que la existencia de garantías le confiere un riesgo mixto. Por tanto será necesario aislar las componentes libre de riesgo y riesgo emisor. Para ello, se calculará la tasa de rentabilidad y el diferencial asociados únicamente a la parte de riesgo emisor.

### Stripped yield y stripped spread

Para aislar los efectos de los dos tipos de riesgo a los que está sometido el instrumento se dividirán los flujos en:

- $CF_i^*$ : flujo garantizado en el instante  $i$ .
- $CF_i$ : flujo con riesgo emisor en el instante  $i$ .

Por tanto, para calcular el valor del bono, habrá que descontar cada uno de estos flujos mediante una tasa diferente. Así, los flujos garantizados se descontarán con la curva libre de riesgo en US\$, mientras que los flujos con riesgo soberano se descontarán a tasas locales en US\$. Por tanto, definiremos los factores de descuento correspondientes como:

$$FD_i^s = e^{-z_i^s \cdot t_i}$$

$$FD_i = e^{-z_i \cdot t_i}$$

donde  $z_i^s$  es la tasa libre de riesgo en dólares asociada al instante  $i$ ,  $z_i$  es la tasa en dólares asociada al instante  $i$  y correspondiente al nivel de riesgo del emisor, y  $t_i$  es el tiempo expresado en años hasta el instante  $i$ .

El precio del instrumento se calculará como:

$$P = \sum CF_i^* \cdot FD_i^s + \sum CF_i \cdot FD_i$$

Conocida la curva libre de riesgo, es necesario definir los tipos de interés asociados al nivel del emisor para poder completar el cálculo. Estos se calcularán desplazando la curva libre de riesgo una cantidad determinada, que se denominará *stripped spread*, de forma que se obtenga el precio del instrumento.

### Stripped spread

La tasa de descuento que se aplicará sobre los flujos no garantizados se determinará como:

$$Z_i = Z_i^{\$} + SS$$

donde  $SS$  es el *stripped spread* y será constante para todos los plazos. Representará el nivel de riesgo que los operadores estarían asignando al emisor considerado.

Por tanto, definiendo el factor de descuento asociado al diferencial como:

$$FD_i^{SS} = e^{-SS \cdot t_i}$$

se cumplirá que:

$$FD_i = e^{-(Z_i^{\$} + SS) \cdot t_i} = FD_i^{\$} \cdot FD_i^{SS}$$

Así, conocido el precio del instrumento se podrá calcular  $SS$  como el valor que conduce a que se cumpla la siguiente igualdad:

$$P = \sum CF_i^* \cdot FD_i^{\$} + \sum CF_i \cdot FD_i^{\$} \cdot FD_i^{SS}$$

### Stripped yield

El *stripped yield* se define como la tasa interna de rentabilidad de los flujos con riesgo emisor, siendo su valor actual igual al precio del bono menos el valor actual de los flujos libres de riesgo, descontados con la curva cupón cero libre de riesgo (US\$). Por tanto, definiendo:

$$FD_i = e^{-SY \cdot t_i}$$

donde  $SY$  es el *stripped yield*, que deberá ser tal que se cumpla la siguiente expresión:

$$P - \sum CF_i^* \cdot FD_i^{\$} = \sum CF_i \cdot FD_i$$

### Bonos con garantía móvil

Si el bono Brady está estructurado de manera que la garantía sobre los pagos de cupón sea móvil, la metodología se complica, ya que un cupón que inicialmente no estuviera cubierto por la garantía podría estarlo al ir pasando el tiempo y no producirse impago. Por tanto, el riesgo asociado a cada cupón evolucionaría desde riesgo país a libre de riesgo en función del instante considerado y de la probabilidad de impago.

Este efecto se traducirá, como se verá a continuación, en sustituir los flujos reales no garantizados por unos flujos equivalentes con puro riesgo emisor.

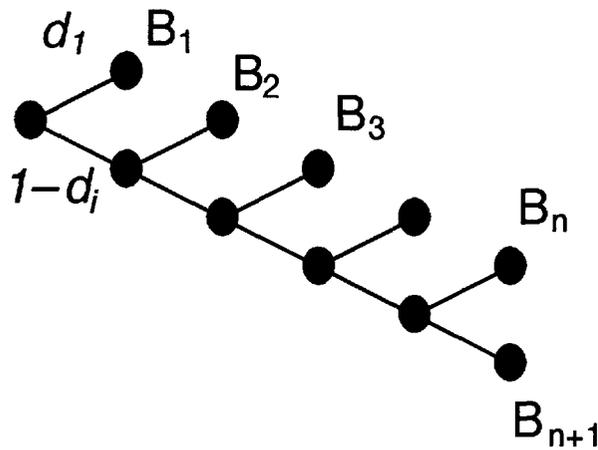
### Flujos equivalentes

Por la propia definición de garantía móvil, el que un flujo pase a estar cubierto por esta dependerá de que no se haya producido un impago en los cupones anteriores

#### Arbol de impago

Supongamos que la garantía móvil cubre los siguientes  $k$  cupones y que el principal está garantizado. Partiendo de la hipótesis de que una vez que se declara en *impago* un bono sólo se cobrarán los cupones garantizados y no vuelve a situación de *pagable*, podrían tener lugar los caminos mostrados en la Figura 10-24.

Figura 10-24. Arbol de impago



donde

- $n$  es el número de pagos futuros pendientes de cobrar
- $d_i$  es la probabilidad de impago en el periodo  $i$ , que podría variar a lo largo del tiempo
- $B_i$  es el bono real asociado al camino  $i$ . Estará formado por los flujos reales que se cobrarían si se produjese impago antes del pago del cupón  $i$ . Teniendo en cuenta que la garantía móvil cubre  $k$  periodos, una vez pasado el instante  $n-k$  todos los flujos restantes del bono estarían asegurados. Por tanto,

$$B_i \Rightarrow \begin{cases} \{CF_1, CF_2, \dots, CF_i, \dots, CF_{i+k-1}, N\}, \forall i \leq (n-k) \\ \{CF_1, CF_2, \dots, CF_n, N\}, \forall i > (n-k) \end{cases}$$

- $B_{n+1}$  es el bono formado por todos los cupones pendientes del instrumento.

$$B_{n+1} \equiv \{CF_1, CF_2, \dots, CF_n, N\}$$

Por tanto, el precio del bono será igual a la media de los valores de cada uno de los bonos anteriores ponderados por la probabilidad asociada al camino al que pertenecen:

$$P = \sum_{i=1}^{n+1} VA(B_i) \cdot p_i$$

donde la probabilidad del camino  $i$  vendrá dada por las siguientes expresiones:

$$p_i \Rightarrow \begin{cases} p_1 = d_1 \\ p_i = d_i \cdot \prod_1^{i-1} (1 - d_j), \forall i \in \{2, 3, 4 \dots n\} \\ p_{n+1} = \prod_1^n (1 - d_j) \end{cases}$$

Por otra parte, al estar analizando cada uno de los caminos por separado y tener en cuenta la posibilidad de impago, los flujos de cada uno de los bonos  $B_i$  dejan de tener riesgo emisor y pasan a ser libres de riesgo:

$$VA(B_i) = \begin{cases} \sum_1^{i+k-1} CF_j \cdot FD_j^{\$} + N \cdot FD_n^{\$}, \forall i \leq (n-k) \\ \sum_1^n CF_j \cdot FD_j^{\$} + N \cdot FD_n^{\$}, \forall i > (n-k) \end{cases}$$

haciendo

$$V_j = CF_j \cdot FD_j^{\$}$$

quedaría

$$P - N \cdot FD_n^{\$} = \sum_{i=1}^{n-k} \left[ p_i \cdot \left[ \sum_{j=1}^{i+k-1} V_j \right] \right] + \sum_{i=n-k+1}^{n+1} \left[ p_i \cdot \left[ \sum_{j=1}^n V_j \right] \right]$$

o lo que es igual

$$P - N \cdot FD_n^{\$} = \left[ p_1 \cdot \sum_1^k V_j + p_2 \cdot \sum_1^{k+1} V_j + \dots + p_{n-k} \cdot \sum_1^{n-1} V_j \right] + \left[ p_{n-k+1} \cdot \sum_1^n V_j + \dots + p_{n+1} \cdot \sum_1^n V_j \right]$$

que, sacando como factor común las  $V_j$ , queda

$$P - N \cdot FD_n^{\$} = \sum_1^k V_j + \sum_{j=k+1}^n \left[ V_j \cdot \left[ \sum_{i=j-k+1}^{n+1} p_i \right] \right]$$

*Probabilidad implícita de impago*

Para poder completar la expresión anterior se hace necesario calcular las probabilidades de impago. Para ello se supondrá que el diferencial por riesgo emisor se mantiene constante a lo largo del tiempo, de manera que para un flujo con riesgo en el instante  $i$  se verificará que su valor actual suponiendo riesgo emisor deberá ser igual al producto de su valor actual, suponiendo libre de riesgo, por la probabilidad de que no se produzca impago:

$$FD_i = FD_i^s \cdot \prod_{j=1}^i (1 - d_j)$$

$$e^{-(Z_i^s + SS) \cdot t_i} = e^{-Z_i^s \cdot t_i} \cdot \prod_{j=1}^i (1 - d_j)$$

de manera que

$$\prod_1^i (1 - d_j) = e^{-SS \cdot t_i}$$

De esta forma, la probabilidad del camino  $i$  quedaría expresada como sigue:

$$p_i = \left\{ \begin{array}{l} p_1 = 1 - e^{-SS \cdot t_1} \\ p_i = e^{-SS \cdot t_{i-1}} - e^{-SS \cdot t_i}, \forall i \in \{2, 3, 4, \dots, n\} \\ p_{n+1} = e^{-SS \cdot t_n} \end{array} \right\}$$

Por otra parte, la probabilidad de impago asociada a cada periodo  $i$  será

$$d_i = 1 - e^{-SS \cdot (t_i - t_{i-1})}$$

Así, asumiendo que las longitudes de los periodos son iguales, la probabilidad de impago se supondría constante a lo largo del tiempo. La razón para mantener la notación completa, es que no siempre todos los periodos son iguales: el primer periodo depende de la fecha valor considerada y podría darse el caso de periodos de carencia de intereses.

*Estructura de flujos*

Volviendo a la expresión para el precio del bono:

$$P - N \cdot FD_n^s = \sum_1^k V_j + \sum_{j=k+1}^n \left[ V_j \cdot \left[ \sum_{j=k+1}^{n+1} p_i \right] \right]$$

Teniendo en cuenta la definición de  $p_i$  y las expresiones obtenidas para las probabilidades implícitas se cumple que

$$\sum_{j-k+1}^{n+1} p_i = \prod_1^{j-k} (1 - d_i) = e^{-SS \cdot t_{j-k}} = FD_{j-k}^{SS}$$

de manera que el precio del bono se expresaría como:

$$P - N \cdot FD_n^S = \sum_1^k CF_j \cdot FD_j^S + \sum_{k+1}^n CF_j \cdot FD_j^S \cdot FD_{j-k}^{SS}$$

Ahora bien, como el descuento de un flujo futuro se puede realizar en dos etapas cualesquiera, se cumplirá que, descontando primero desde el instante  $j$  hasta el instante  $j-k$  y luego desde este hasta la fecha actual:

$$FD_j^S = FD_{j,j-k}^S \cdot FD_{j-k}^S$$

Sustituyendo en la expresión que determina el precio

$$P - N \cdot FD_n^S = \sum_1^k CF_j \cdot FD_j^S + \sum_{k+1}^n CF_j \cdot FD_{j,j-k}^S \cdot FD_{j-k}^S \cdot FD_{j-k}^{SS}$$

Teniendo en cuenta que:

$$FD_{j-k}^{SS} = FD_{j-k}^S \cdot FD_{j-k}^{SS}$$

resulta:

$$P - N \cdot FD_n^S = \sum_1^k CF_j \cdot FD_j^S + \sum_{k+1}^n CF_j \cdot FD_{j,j-k}^S \cdot FD_{j-k}^S$$

Por tanto, definiendo un flujo equivalente asociado al instante  $j-k$  como el producto entre su valor real y el factor de descuento libre de riesgo entre los instantes  $j$  y  $j-k$

$$CFR_{j-k} = CF_j \cdot FD_{j,j-k}^S$$

se llega a una expresión similar a la de un bono con garantía fija, donde los flujos no garantizados se han sustituido por sus equivalentes para aislar el efecto de la garantía móvil:

$$P = \sum_{j=1}^k CF_j \cdot FD_j^S + \sum_{j=k+1}^n CFR_{j-k} \cdot FD_{j-k}^S + N \cdot FD_n^S$$

La expresión anterior viene a indicar que la existencia de una garantía móvil de  $k$  periodos se traduce en eliminar la componente de riesgo emisor durante los  $k$  periodos anteriores al pago del cupón. De esta forma, un cupón con riesgo mixto en el año  $j$  se convierte en un cupón con riesgo emisor en el año  $j-k$  descontándolo desde  $j$  hasta  $j-k$  a los tipos implícitos de la curva libre de riesgo.

## Medidas de riesgo

Por tanto, el valor de mercado del bono Brady estará condicionado a la evolución del *stripped spread* y a los movimientos en la curva libre de riesgo. Así, la variación relativa del precio del instrumento podrá expresarse desarrollando en serie y considerando los términos de primer y segundo orden:

$$\frac{\Delta P}{P} = \left\{ \begin{array}{l} \sum \left[ -D_i \cdot \Delta Z_i^{\$} + \frac{1}{2} \cdot C_i \cdot (\Delta Z_i^{\$})^2 \right] + \\ + \sum [C_{i,ss} \cdot \Delta Z_i^{\$} \Delta SS] + \sum \sum [C_{i,j} \cdot \Delta Z_i^{\$} \Delta Z_j^{\$}] \\ + \left[ -D_{ss} \cdot \Delta SS + \frac{1}{2} \cdot C_{ss} \cdot \Delta SS^2 \right] \end{array} \right.$$

donde:

$$-D_i \cdot P = \frac{dP}{dZ_i^{\$}}$$

$$-D_{ss} \cdot P = \frac{dP}{dSS}$$

$$C_i \cdot P = \frac{d^2 P}{dZ_i^{\$2}}$$

$$C_{ss} \cdot P = \frac{d^2 P}{dSS^2}$$

$$C_{i,ss} \cdot P = \frac{d^2 P}{dZ_i^{\$} dSS}$$

$$C_{i,j} \cdot P = \frac{d^2 P}{dZ_i^{\$} dZ_j^{\$}}$$

que se obtendrían de derivar las expresiones siguientes:

- garantía fija:

$$P - N \cdot FD_n^{\$} = \sum_1^k CF_j \cdot FD_j^{\$} + \sum_{k+1}^n CF_j \cdot FD_j^{\$} \cdot FD_j^{SS}$$

- garantía móvil:

$$P - N \cdot FD_n^{\$} = \sum_1^k CF_j \cdot FD_j^{\$} + \sum_{k+1}^n CF_j \cdot FD_j^{\$} \cdot FD_{j-k}^{SS}$$

donde  $k$  es el número de cupones que cubre la garantía.

Sin embargo, para analizar la exposición real en una posición en este tipo de instrumentos habría que considerar las relaciones existentes entre los distintos factores de riesgo, ya que no evolucionan independientemente. Para ello se calculará la volatilidad del instrumento a partir de la matriz de volatilidades y correlaciones entre la curva libre de riesgo y el *stripped spread*.

### Volatilidad

Supongamos que los tipos cupón cero y el *spread* de riesgo emisor se comportan como variables aleatorias normales

$$dz_j = \mu_j \cdot dt + \sigma_j \cdot dw_j$$

$$ds = \mu_s \cdot dt + \sigma_s \cdot dw_s$$

Según el lema de Ito generalizado

$$dP = \left\{ \sum \frac{\partial P}{\partial z_j} \mu_j + \frac{\partial P}{\partial s} \mu_s + \frac{\partial P}{\partial t} + \sum \sum \frac{\partial^2 P}{\partial z_i \partial z_j} \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} + \sum \frac{\partial^2 P}{\partial z_i \partial s} \sigma_i \sigma_s \rho_{is} + \sum \frac{1}{2} \frac{\partial^2 P}{\partial z_j^2} \sigma_j^2 + \sum \frac{1}{2} \frac{\partial^2 P}{\partial s^2} \sigma_s^2 \right\} dt + \left\{ \sum \frac{\partial P}{\partial z_j} \sigma_j dw_j + \frac{\partial P}{\partial s} \sigma_s dw_s \right\}$$

sustituyendo las expresiones de duración y convexidad en la expresión anterior:

$$\frac{dP}{P} = \left\{ \sum D_j \mu_j + D_s \mu_s + \frac{\partial P}{\partial t} + \sum C_{js} \sigma_j \sigma_s \rho_{js} + \sum \sum C_{ij} \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} + \sum \frac{1}{2} C_j \sigma_j^2 + \sum \frac{1}{2} C_s \sigma_s^2 \right\} dt + \left\{ \sum D_j \sigma_j dw_j + D_s \sigma_s dw_s \right\}$$

Por tanto, la componente aleatoria de la rentabilidad instantánea se comportaría como una variable normal al ser suma de variables aleatorias normales:

$$\frac{dP}{P} = \{ \dots \} dt + \left\{ \sum D_j \sigma_j dw_j + D_s \sigma_s dw_s \right\} = \{ \dots \} dt + \sigma dw$$

donde la volatilidad del precio se calcularía como:

$$\sigma^2 = \left\{ D_1 \sigma_1 \quad D_2 \sigma_2 \quad \dots \quad D_n \sigma_n \quad D_s \sigma_s \right\} \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1n} & \rho_{1s} \\ \rho_{21} & 1 & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \rho_{n1} & \dots & \dots & 1 & \rho_{ns} \\ \rho_{s1} & \dots & \dots & \rho_{sn} & 1 \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} D_1 \sigma_1 \\ D_2 \sigma_2 \\ \dots \\ D_n \sigma_n \\ D_s \sigma_s \end{Bmatrix}$$

### Volatilidades y correlaciones

En la expresión del cálculo de la volatilidad son necesarias las volatilidades y correlaciones entre los tipos cupón cero asociados a las fechas de pago de cupón del bono considerado y las de estos con el diferencial. Sin embargo, los datos de los que se dispone en el mercado corresponden a plazos fijos: 1 año, 2 años, 3 años, 4 años, etc.

*Volatilidades y correlaciones entre cupones cero*

Para poder calcular las volatilidades y correlaciones supondremos que la interpolación de los tipos cupón cero se realiza de forma lineal. Así,

$$z_i = x_i Z_m + (1 - x_i) Z_n$$

$$z_j = x_j Z_p + (1 - x_j) Z_q$$

plazos en los que el mercado cotiza precios, y los  $x$  son los coeficientes de interpolación.

Por tanto, se cumplirá que:

$$\sigma_i^2 = x_i^2 \sigma_m^2 + (1 - x_i)^2 \sigma_n^2 + x_i(1 - x_i) \rho_{mn}$$

$$\sigma_j^2 = x_j^2 \sigma_m^2 + (1 - x_j)^2 \sigma_n^2 + x_j(1 - x_j) \rho_{mn}$$

$$\rho_{ij} = \frac{1}{\sigma_i \sigma_j} \left\{ \rho'_{mp} \sigma'_m \sigma'_p x_i x_j + \rho'_{mq} \sigma'_m \sigma'_q x_i (1 - x_j) + \right. \\ \left. + \rho'_{np} \sigma'_n \sigma'_p (1 - x_i) x_j + \rho'_{nq} \sigma'_n \sigma'_q (1 - x_i) (1 - x_j) \right\}$$

donde  $\sigma'$  y  $\rho'$  son las volatilidades y correlaciones entre los tipos cupón cero asociados a los plazos estándar de mercado, y  $\sigma$  y  $\rho$  son las volatilidades y correlaciones que se pretenden calcular.

*Correlaciones entre el spread y los cupones cero*

Para el caso de las correlaciones entre el *spread* y los cupones cero se empleará la definición de covarianza y se sustituirá la interpolación lineal.

$$\left. \begin{aligned} \text{Cov}(s, z_i) &= E[s \cdot z_i] \\ z_i &= x_i Z_m + (1 - x_i) Z_n \end{aligned} \right\} \Rightarrow E[s \cdot z_i] = x_i E[s \cdot Z_m] + (1 - x_i) E[s \cdot Z_n]$$

por tanto

$$\text{Cov}(s, z_i) = x_i \text{Cov}(s, Z_m) + (1 - x_i) \text{Cov}(s, Z_n)$$

$$\rho_{si} = \frac{1}{\sigma_i} \{ x_i \rho'_{sm} \sigma'_m + (1 - x_i) \rho'_{sn} \sigma'_n \}$$

**Corrección de flujos generalizada**

La corrección de flujos realizada anteriormente sólo tiene validez cuando la garantía móvil cubre un número fijo de pagos futuros. Sin embargo, la forma habitual de cuantificar la

garantía es como un importe total en dólares, expresado en porcentaje del nominal. Si el cupón del bono Brady es fijo y constante, es equivalente expresarlo en número de cupones o en nominal. Sin embargo, para cupones fijos no constantes o para cupones variables habrá pagos que sólo estén cubiertos parcialmente por la garantía. Así, en caso de que existiera impago, la garantía iría utilizándose hasta que se agotase. Bajo estas condiciones, la expresión final de los flujos corregidos no quedaría tan cerrada como la obtenida anteriormente.

Partiendo del mismo desarrollo binomial, definiremos  $g_{ij}$  como el porcentaje del flujo  $j$  que se recibiría en el camino  $i$ . Este valor será igual a uno en el caso de que esté cubierto totalmente por la garantía, y menor que uno en caso de que lo esté sólo parcialmente.

Por tanto, el valor del bono, expresado como la media ponderada de los caminos será:

$$VA = \sum_{i=1}^n \left[ p_i \cdot \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$} \cdot g_{ij}] \right] + p_{n+1} \cdot \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$}]$$

Sustituyendo las expresiones obtenidas en la sección sobre probabilidad implícita de impago (p. 356).

$$P = \sum_{i=1}^n \left[ (e^{-SS \cdot t_{i-1}} - e^{-SS \cdot t_i}) \cdot \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$} \cdot g_{ij}] \right] + e^{-SS \cdot t_n} \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$}]$$

o lo que es igual

$$P = \sum_{i=1}^n \left[ (FD_{i-1}^{SS} - FD_i^{SS}) \cdot \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$} \cdot g_{ij}] \right] + FD_n^{SS} \cdot \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot FD_j^{\$}]$$

Definiendo

$$P = \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_{i-1}^{\$}} \cdot g_{ij}] \right) \cdot FD_{i-1} \right] - \\ - \sum_{i=1}^n \left[ \left( \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_i^{\$}} \cdot g_{ij}] \right) \cdot FD_i \right] + \\ + \left( \sum_{j=1}^n [CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_n^{\$}}] \right) \cdot FD_n \end{array} \right.$$

Definiendo

$$\left. \begin{aligned} CF'_{i-1} &= \sum_{j=1}^n CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_{i-1}^{\$}} \cdot g_{ij} \\ CF''_i &= \sum_{j=1}^n CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_i^{\$}} \cdot g_{ij} \\ CF''' &= \sum_{j=1}^n CF_j \cdot \frac{FD_j^{\$}}{FD_n^{\$}} \end{aligned} \right\} \Rightarrow P - CF'_0 = \sum_{i=2}^n CF'_{i-1} \cdot FD_{i-1} - \sum_{i=1}^n CF''_i \cdot FD_i + CF''' \cdot FD_n$$

de manera que el valor de los cupones ha quedado expresado en base a flujos con riesgo soberano. Al restar  $CF'_0$  del valor de mercado se estaría restando la contribución de los flujos sobre los que estaría aplicada la garantía en el momento actual. Por tanto,

$$\left. \begin{aligned} CFR_i &= CF'_i - CF''_i, \forall i \in \{1, 2, 3, \dots, n-1\} \\ CFR_n &= CF''' - CF''_n \end{aligned} \right\} \Rightarrow P - CF'_0 = \sum_{i=1}^n CFR_i \cdot FD_i$$

Una vez obtenidos los flujos con riesgo equivalentes ya se pueden aplicar sin ningún problema las expresiones del *stripped spread* y *stripped yield*.

### Duraciones y convexidades

Para el cálculo de la volatilidad del instrumento es necesario hallar los coeficientes de duración y convexidad asociados a este caso general, que se determinarán derivando la expresión

$$P - CF'_0 = \sum_{i=1}^n CFR_i \cdot FD_i$$

según las mismas fórmulas que en el apartado sobre medidas de riesgo (p. 358 y ss.). Es muy importante señalar que esta generalización se aplicaría tanto a bonos con cupón fijo como a bonos con cupón flotante, de manera que, para el caso de bonos a tipo variable no hay que olvidar que los pagos de cupón depende de la curva de tipos, y por tanto habrá que considerar este efecto a la hora de derivar la expresión del precio.

## APÉNDICE III: INSTRUMENTOS A TIPO FLOTANTE (FRN) CON DIFERENCIAL DE CRÉDITO

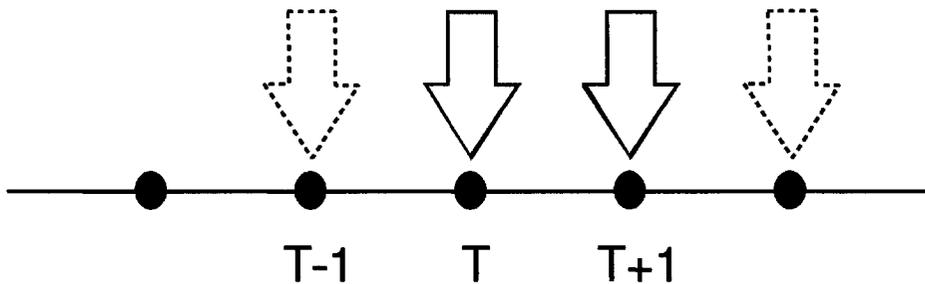
Supongamos un instrumento que pague cupones a tipo flotante, que se definen al inicio de cada uno de los periodos y están referenciados al tipo de mercado con el mismo plazo. Para valorar el instrumento habrá que estimar cada uno de estos cupones futuros y descontarlos a valor actual. Sin embargo, la curva que se empleará para el descuento no tiene por qué ser la misma empleada para el cálculo de los cupones, ya que la tasa de descuento dependerá del nivel de riesgo que el mercado asocie al emisor. Dicho de otra forma, supongamos varias emisiones con idéntica estructura pero emitidas por emisores con diferentes niveles de riesgo. Los pagos futuros estimados serían los mismos para todas, pero el precio no, ya que al emisor

con mayor nivel de riesgo se le exigiría una mayor rentabilidad, lo que conduce a un menor precio del instrumento.

Definamos la curva de referencia como una serie de factores de descuento asociados a cada uno de los instantes<sup>48</sup>. Así, se define  $FD_i$  como el factor de descuento, asociado al instante  $i$ , que representa el valor presente de una unidad monetaria situada en dicho instante.

Una vez conocida la curva de tipos de referencia, se estimarán cada uno de los flujos futuros asociados al bono flotante.

Figura 10-25. Cálculo del cupón asociado al momento T



Así, el cupón asociado al instante  $T$  (Figura 10-25) se calculará como:

$$CF_T = N \cdot \text{tipo}_{T-1,T} \cdot t$$

donde  $N$  es el nominal del instrumento,  $\text{tipo}$  el tipo de referencia asociado al periodo y  $t$  la longitud del periodo. Por otra parte, el factor de descuento asociado a dicho periodo se podría calcular como:

$$FD_{T-1,T} = \frac{1}{1 + \text{tipo}_{T-1,T} \cdot t}$$

Empleando la curva de referencia, el valor actual de un flujo en el instante  $T$  será independiente de si se descuenta primero hasta  $T-1$  y luego desde  $T-1$  hasta hoy. Por tanto, deberá cumplirse que:

$$FD_T = FD_{T-1} \cdot FD_{T-1,T} \Rightarrow FD_{T-1,T} = \frac{FD_T}{FD_{T-1}}$$

De manera que el flujo asociado a un instante  $T$  se estimará a partir de la curva de referencia como

$$CF_T = N \cdot \left[ \frac{FD_{T-1}}{FD_T} - 1 \right]$$

Una vez conocido el valor del flujo futuro habrá que descontarlo a valor presente. Para ello, habrá que tener en cuenta el nivel de riesgo asociado al instrumento, lo que hará que la

<sup>48</sup> Es preferible plantear la curva como una combinación de factores de descuento ya que simplifica los cálculos de los pagos de cupón futuros al no necesitar conocer si los tipos de interés empleados son simples, compuestos, etc.

curva que se emplee para descontarlo sea distinta de la de referencia y cambie de un instrumento a otro.

La forma de incluir este efecto será mediante el empleo de un diferencial sobre la curva de referencia, de manera que el factor de descuento empleado será igual al producto del factor de descuento asociado a la curva de referencia por un factor de corrección asociado al diferencial<sup>49</sup>:

Por tanto, el valor actual del flujo asociado al instante  $T$  sería igual a:

$$FD'_T = FD_T \cdot FD_T^{dif}$$

Procediendo de manera similar para el cupón correspondiente al instante  $T+1$  se tendría que:

$$VA_T = CF_T \cdot FD'_T = N \cdot [FD_{T-1} - FD_T] \cdot FD_T^{dif}$$

Por tanto, el comportamiento del factor de descuento asociado al instante  $T$  afectará únicamente al valor actual de los flujos situados en los instantes  $T$  y  $T+1$ . Así, la variación del valor del bono cuando varía  $FD_T$ , se calculará como:

$$VA_{T+1} = N \cdot [FD_T - FD_{T+1}] \cdot FD_{T+1}^{dif}$$

excepto para el instante  $N$ , asociado al vencimiento del instrumento, en el que<sup>50</sup>:

$$\frac{dVA}{dFD_T} = N \cdot [FD_{T+1}^{dif} - FD_T^{dif}]$$

<sup>49</sup> Para poder llegar a la expresión anterior se supondrá que el diferencial a aplicar estará expresado como un interés compuesto continuo, de manera que la tasa de descuento asociada al instante  $T$  será igual a:

$$z' = z_{referencia} + diferencial$$

de manera que el factor de descuento sería igual a:

$$FD'_T = e^{-z' \cdot T} = e^{-(z_{ref} + dif) \cdot T} = FD_T \cdot FD_T^{dif}$$

<sup>50</sup> En el instante  $N$ , correspondiente al vencimiento del instrumento, se recibiría un pago de cupón y la devolución de nominal. Por tanto:

$$CF_N = N \cdot \left[ \frac{FD_{N-1}}{FD_N} - 1 \right] + N = N \cdot \frac{FD_{N-1}}{FD_N}$$

de manera que el valor actual asociado a este flujo sería igual a:

$$VA_N = CF_N \cdot FD'_N = N \cdot FD_{N-1} \cdot FD_N^{dif}$$

y, en consecuencia:

$$\frac{dVA}{dFD_N} = 0$$

$$\frac{dVA}{dFD_N} = 0$$

Así, independientemente del instante, el signo de la derivada del precio respecto al tipo de interés asociado a dicho instante dependerá del valor del diferencial que estén asignado los operadores, y que será igual para todos los instantes. Si el diferencial es positivo, el valor de la expresión anterior será siempre negativo, mientras que si el diferencial es negativo la expresión anterior tendrá signo positivo. Teniendo en cuenta que cuando suben los tipos de interés, el factor de descuento asociado disminuye, y viceversa, la expresión anterior explica por qué cuando los tipos suben y el diferencial es positivo el precio del bono sube también.

#### Comportamiento de un FRN según el nivel de riesgo

		Diferencial positivo	Diferencial nulo	Diferencial negativo
	$\frac{dVA}{dFD_T}$	-	0	+
Tipos suben	FD baja	VA sube	VA sin cambio	VA baja
Tipos bajan	FD sube	VA baja	VA sin cambio	VA sube

Por tanto, el comportamiento del bono (véase la tabla anterior) con respecto a los tipos de interés será función del nivel de riesgo que estén cotizando los operadores a través del diferencial. Cuanto mayor sea el diferencial, tanto más acusado será este efecto, de manera que para aquellos instrumentos con baja calidad crediticia en los que los diferenciales pueden ser muy elevados, se podrían tener duraciones negativas muy significativas.

#### APÉNDICE IV: MODELO DE VALORACIÓN DE ACTIVOS FINANCIEROS (MVAF)

El objeto de este apéndice es la presentación de la metodología asociada al *capital asset pricing model* y su empleo para la estimación de los parámetros de riesgo, volatilidades y correlaciones necesarios para conocer el riesgo que introduciría una cartera de acciones en el conjunto del valor de una entidad. Así, el desarrollo posterior se centrará en el cálculo de volatilidades y correlaciones y en el efecto de cada una de las componentes que aparecen en el modelo.

En este modelo el comportamiento del valor de una acción viene dado por el efecto de dos componentes. Por un lado, su evolución ante variaciones en la rentabilidad del mercado<sup>51</sup> y, por otro, su evolución ante variaciones que los operadores perciban en la propia compañía.

<sup>51</sup> Por simplicidad en el enfoque se supondrá que el mercado está compuesto por todas las acciones que cotizan en la bolsa de valores local. Así, la rentabilidad del mercado ( $r_M$ ) se expresaría como la media de las rentabilidades de cada una de las acciones ( $r_i$ ), ponderada por su capitalización bursátil relativa ( $\omega_i$ ):

$$r_M = \sum \omega_i \cdot r_i$$

Suponiendo además que existiera un activo libre de riesgo en el que los miembros del mercado pudieran colocar su dinero, estos exigirían a la acción una rentabilidad adicional por invertir su dinero en ella.

Así, combinando los tres puntos anteriores se expresaría la rentabilidad adicional de la acción  $i$  como suma de dos componentes independientes, una sistemática y una específica:

$$r_i - r_f = \beta_i \cdot (r_M - r_f) + \varepsilon_i$$

donde

- $r_i - r_f$  es la rentabilidad adicional de la acción sobre el activo libre de riesgo
- $r_M - r_f$  es el exceso de rentabilidad del mercado sobre el tipo libre de riesgo
- $\beta_i$  es el coeficiente de regresión lineal entre el retorno de la acción  $i$  y el retorno del mercado, y representa la parte de la rentabilidad de la acción explicada por la evolución del mercado.

$$\beta_i = \frac{\text{cov}(r_i, r_M)}{\text{var}(r_M)} = \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_M^2}$$

- $\varepsilon_i$  es la componente aleatoria del retorno de un activo que no es explicada por el mercado (*riesgo específico*), de manera que se cumpliría que su valor esperado es nulo y que evoluciona de manera independiente al mercado:

$$\text{cov}(r_M, \varepsilon_i) = E[\varepsilon_i] = 0$$

Por otra parte, como es lógico, también se verifica que la  $\beta$  del mercado es igual a 1, ya que el mercado está perfectamente correlacionado consigo mismo.

$$\sum \omega_i \cdot \beta_i = \beta_M = 1$$

### Volatilidad del activo

Una vez modelizado el comportamiento de la acción en sus dos componentes y teniendo en cuenta que, tal como se han definido, ambas evolucionarían de forma independiente,

$$r_i = (1 - \beta_i) \cdot r_f + \beta_i \cdot r_M + \varepsilon_i$$

$$\text{cov}(r_M, \varepsilon_i) = 0$$

la volatilidad del activo será

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \cdot \sigma_M^2 + \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

Así, la volatilidad del activo vendrá determinada por la volatilidad del mercado y por la volatilidad del riesgo específico de la compañía.

## Diversificación y riesgo específico

Supongamos un cartera de acciones tal que  $p_i$  es la participación del activo  $i$  en la cartera.

$$p_i = \frac{\text{valor del activo}_i}{\text{valor de la cartera}}$$

La rentabilidad de la cartera vendrá dada por:

$$r_{\text{cartera}} - r_f = \sum p_i \cdot (r_i - r_f) = \sum p_i \cdot \beta_i \cdot (r_M - r_f) + \sum p_i \cdot \varepsilon_i$$

Teniendo en cuenta que, por la propia definición de riesgo específico, cada una de las componentes (í no están correlacionadas con el retorno del mercado, la volatilidad de la cartera vendría dada por:

$$\sigma_{\text{cartera}}^2 = \left[ \sum p_i \beta_i \right]^2 \sigma_M^2 + \text{Var} \left[ \sum p_i \varepsilon_i \right]$$

teniendo en cuenta que la  $\beta$  de la cartera es igual a la suma ponderada de las  $\beta$  de cada una de las acciones que componen la cartera

$$\beta_{\text{cartera}} = \sum p_i \beta_i$$

sustituyendo

$$\sigma_P^2 = \beta_P^2 \sigma_M^2 + \text{var} \left[ \sum p_i \varepsilon_i \right].$$

Si la cartera considerada fuese la cartera de mercado,

$$\text{var} \left[ \sum p_i \varepsilon_i \right] = 0.$$

Por tanto, construyendo carteras bien diversificadas, que representen el comportamiento del mercado, sería posible eliminar el riesgo específico de manera que la volatilidad de la cartera diversificada fuese igual a

$$\sigma_{\text{diversificada}}^2 = \beta_{\text{diversificada}}^2 \sigma_M^2$$

## Cartera diversificada

Los resultados anteriores conducen a una simplificación muy interesante en el cálculo del capital en riesgo cuando la cartera a analizar es una cartera diversificada en un determinado mercado. Así, cada uno de los activos contribuiría con una volatilidad derivada del mercado y otra derivada del riesgo específico, pero al agregar los resultados la contribución de los riesgos específicos no resultaría significativa. Por tanto, definiendo  $\sigma_i'$  como la contribución del riesgo sistemático a la volatilidad del activo

$$\sigma_i' = \beta_i \sigma_M$$

la volatilidad de la cartera diversificada sería igual a:

$$\sigma_{diversificada}^2 = \sum [p_i \cdot \sigma'_i]^2$$

y se obtendría la misma expresión que en el punto anterior

$$\sigma_{diversificada}^2 = \sigma_M^2 \cdot \sum [p_i \cdot \beta_i]^2 = \sigma_M^2 \cdot \beta_{diversificada}^2$$

No obstante, es importante señalar que  $\sigma'_i$  no es la volatilidad del activo  $i$  sino la contribución del riesgo sistemático del activo  $i$  a la volatilidad de la cartera en su conjunto. Por tanto, si se considerase una cartera de activos no diversificada, la simplificación anterior no podría realizarse, ya que la volatilidad de la cartera no se correspondería con la volatilidad real al faltar la componente debida a la combinación de los riesgos específicos de cada una de las acciones de la cartera.

La ventaja que ofrece esta simplificación es la menor cantidad de cálculos a realizar, ya que sólo sería necesario calcular la volatilidad del mercado y la covarianza de cada activo con éste, lo que permitiría calcular la  $\beta$  de cada activo. Sin embargo, por el método tradicional sería necesario calcular la matriz de covarianzas entre todos los activos para tener en cuenta el riesgo específico residual. Por tanto, suponiendo una cartera de 20 activos, por el método tradicional habría que hacer 400 cálculos, mientras que con el simplificado solo habría que hacer 21.

Sin embargo, si la cartera estuviera formada por pocos activos, pongamos 3, la diferencia sería de 4 a 9, de manera que al hacer la simplificación no se ganaría en tiempo de cálculo y se perdería en exactitud de los resultados al no contar con una buena diversificación.

### **Volatilidad real frente a volatilidad simplificada**

Supongamos un activo cualquiera. El coeficiente de correlación entre la acción y el mercado se define como:

$$\rho_i = \frac{\sigma_{i,M}}{\sigma_i \cdot \sigma_M}$$

Considerando los dos sumandos de la expresión para la volatilidad:

$$\left. \begin{aligned} \sigma_i^2 &= \beta_i^2 \cdot \sigma_M^2 + \sigma_{\varepsilon_i}^2 \\ \sigma_{\varepsilon_i}^2 &= \sigma_i^2 \cdot (1 - \rho_i^2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \sigma_i = \frac{|\beta_i|}{|\rho_i|} \cdot \sigma_M = \frac{\sigma'_i}{|\rho_i|}$$

Así, el valor absoluto del coeficiente de correlación indica el porcentaje de la volatilidad real que cubre la simplificada. Por tanto, cuanto menor sea el coeficiente de correlación, mayor será el error cometido al realizar las hipótesis simplificadoras del punto anterior. Es importante señalar que el error cometido es independiente de la  $\beta$  de la cartera, siendo el coeficiente de correlación el que lo determina.

Por tanto, el riesgo específico podría despreciarse cuando el valor absoluto de la correlación de la cartera con el mercado tiende a uno, independientemente del valor de  $\beta$ .

## Cartera diversificada entre mercados

Supongamos una cartera compuesta por acciones de varios mercados, suficientemente diversificada para cada uno de estos. Para calcular la volatilidad de cada una de las subcarteras se podrían emplear las expresiones del apartado anterior, de manera que la volatilidad de la subcartera  $j$  ( $\sigma_j$ ) asociada al mercado  $M_j$  ( $\sigma_{M_j}$ ) vendría dada por:

$$\sigma_j^2 = \sigma_{M_j}^2 \cdot \beta_j^2$$

de forma que el retorno asociado a cada una de las subcarteras, consideradas como activos individuales, no tendría riesgo específico y podría expresarse como:

$$r_j - r_f = \beta_j \cdot (r_{M_j} - r_f)$$

Cuando se quisieran combinar los efectos de todas las subcarteras, y obviando en este punto la problemática de las diferentes divisas en las que estarían denominadas, habría que tener en cuenta las correlaciones entre todas las subcarteras. Así, la covarianza entre las subcarteras  $j$  y  $k$  vendría dada por la expresión:

$$\sigma_{j,k} = \beta_j \cdot \beta_k \cdot \sigma_{M_j, M_k} = \beta_j \cdot \beta_k \cdot \rho_{M_j, M_k} \cdot \sigma_{M_j} \cdot \sigma_{M_k}$$

donde  $\rho_{M_j, M_k}$  es el coeficiente de correlación entre el mercado  $j$  y el mercado  $k$ .

Por tanto, una vez calculadas las  $\beta$  de cada una de las subcarteras, sólo quedarían por calcular las correlaciones entre los mercados. De esta forma se reduciría el número de cálculos a realizar ya que sólo se cruzarían los activos contra el indicador de su mercado y posteriormente los mercados entre sí, en lugar de todos los activos con todos. Sin embargo, al igual que se expuso anteriormente, en el caso de no contar con una buena diversificación los errores introducidos según este planteamiento podrían ser significativos.

## Caso general

En los apartados anteriores se ha desarrollado una metodología simplificada, tanto en el tratamiento como en el número de cálculos a realizar, para el caso de carteras diversificadas (altamente correlacionadas con el mercado). Sin embargo, no en todas las carteras el efecto del riesgo específico es significativo con respecto al sistemático. Por ello se desarrolla a continuación una metodología más general, tratando también de no incrementar el número de cálculos a realizar.

Supongamos una cartera global compuesta por activos vinculados a varios mercados. En primer lugar, y al igual que se hacía en el planteamiento simplificado, se agrupan los activos en función del mercado al que pertenecen. Así, se define la subcartera  $j$  como el conjunto de activos de la cartera total asociados al mercado  $M_j$ .

El cálculo de las volatilidades asociadas a la cartera total se dividirá en 3 niveles, activo  $i$ , subcartera  $j$  y cartera total, de manera que se pueda calcular el capital en riesgo asociado a un activo determinado, a la posición en un mercado determinado o a la cartera en su conjunto.

### Volatilidad del activo $i$

Sea un activo  $i$ , perteneciente al mercado  $M_j$ . La volatilidad de dicho activo se expresará como función de la volatilidad asociada al mercado y de la volatilidad de su componente específica. Así,

$$\sigma_i^2 = \beta_i^2 \cdot \sigma_{M_j}^2 + \sigma_{\varepsilon_i}^2$$

Si la única información disponible en el mercado fuese histórica, la volatilidad del activo quedaría determinada directamente por la volatilidad histórica de su serie histórica de retornos. Sin embargo, en ocasiones es posible obtener información adicional del mercado y del entorno que permiten una mejor estimación de la volatilidad. Así, podría ocurrir que:

- El mercado estuviera negociando instrumentos a partir de los cuales determinar una volatilidad implícita
- El análisis del entorno, sobre todo en mercados emergentes, puede dar señales de anticipación de una crisis que se traducirían en unas volatilidades de mercado esperadas más elevadas.

En cualquiera de los casos, la volatilidad de mercado no coincidiría con la histórica, sino que sería una volatilidad corregida, que evidentemente afectará a la volatilidad del activo  $i$ . Por tanto, habría que calcular la volatilidad del activo en función de la información adicional de la que se dispone. Teniendo en cuenta que esta información adicional sería relevante sólo sobre el riesgo sistemático, se supondrá que, en principio, tanto la  $\beta$  del instrumento, como la volatilidad de su riesgo específico no se verían afectados por ella.

Para ello, a partir de los datos históricos del activo y del mercado se calcularía la volatilidad del riesgo específico como

$$\sigma_{\varepsilon_i}^2 = \sigma_i^2 - \beta_i^2 \cdot \sigma_{M_j, \text{ hist}}^2$$

Por tanto, la volatilidad corregida para el activo  $i$  se expresaría como:

$$\sigma_{i, \text{ corregida}}^2 = \beta_i^2 \cdot \sigma_{M_j, \text{ corregida}}^2 + \left[ \sigma_{i, \text{ hist}}^2 - \beta_i^2 \cdot \sigma_{M_j, \text{ hist}}^2 \right]$$

### Volatilidad de la subcartera $j$

Una vez calculadas las volatilidades de cada uno de los activos, se pasaría a calcular la volatilidad asociada a cada una de las subcarteras  $j$ , formadas por todos los activos vinculados al mercado  $M_j$ . Para ello, se puede

- calcular la matriz de covarianzas entre todos los activos de la subcartera  $j$ , o bien
- considerar la subcartera  $j$  como un activo y aplicarle el MVAF.

La primera opción supondría incrementar el número de cálculos a realizar, ya que si se tienen  $n$  activos habría que realizar  $n^2$  correlaciones. Además, no permitiría introducir directamente la información adicional proporcionada por el mercado, ya que dichas covarianzas

estarían considerando tanto correlaciones en riesgo sistemático como correlaciones en riesgo específico<sup>52</sup>.

En la segunda opción se partiría de la serie histórica de precios asociada a la subcartera  $j$ , que se definirá como

$$precio_j = \sum p_i \cdot precio_i$$

donde  $p_i$  sería la contribución del activo  $i$  al valor actual de la subcartera  $j$  a la que pertenece. De esta forma se estaría analizando la evolución histórica de la cartera actual. Una vez que se dispusiera de esta serie histórica se procedería a analizar la subcartera como si de un activo individual se tratara, incluyendo la información adicional que pudiera estar disponible en el mercado:

$$\sigma_{j, \text{ corregida}}^2 = \beta_j^2 \cdot \sigma_{M_j, \text{ corregida}}^2 + \left[ \sigma_{j, \text{ his}}^2 - \beta_j^2 \cdot \sigma_{M_j, \text{ hist}}^2 \right]$$

### Volatilidad de la cartera total

Al igual que en el caso de la subcartera, en el cálculo de la volatilidad asociada a la cartera total también existe la siguiente alternativa:

- calcular la matriz de covarianzas entre todos los activos que componen la cartera total, independientemente del mercado al que estén vinculados; o bien
- calcular la matriz de covarianzas entre cada una de las subcarteras.

Evidentemente el primer procedimiento es intensivo en cálculo y no proporciona un valor añadido significativo. Además, como en el caso anterior, complica innecesariamente la introducción de información adicional existente en el mercado o en el entorno. En cuanto a la segunda opción, una vez calculadas las series históricas de cada una de las subcarteras, tal y como se indica en el punto anterior, se podría calcular sin ningún problema el coeficiente de correlación entre estas y aplicarle las volatilidades corregidas de cada una de las subcarteras para determinar la covarianza. Así, dadas dos subcarteras  $j$  y  $k$ :

$$\sigma_{j, k} = \rho_{j, k} \cdot \sigma_{j, \text{ corregida}} \cdot \sigma_{k, \text{ corregida}}$$

Una vez obtenida la matriz de covarianzas de la cartera total su volatilidad se determinaría según la metodología tradicional, teniendo en cuenta el efecto del riesgo cambiario.

<sup>52</sup> Para poder introducir la información adicional del mercado, una posibilidad sería separar las covarianzas entre activos en su parte de riesgo sistemático y la parte de riesgo específico, mantener la covarianza específica y corregir las volatilidades de mercado. Así,

donde

$$\sigma_{ij, \text{ corregido}}^2 = \beta_i \beta_j \sigma_{M_j, \text{ corregido}}^2 + \sigma_{\epsilon_i, \epsilon_j}^2$$

$$\sigma_{\epsilon_i, \epsilon_i}^2 = \sigma_{i, 1}^2 - \beta_i \beta_i \sigma_{M_j, \text{ hist}}^2$$

*Página en blanco a propósito*

# Metodologías de medición del riesgo de crédito

## Introducción

El objetivo de las tres primeras partes de este capítulo es realizar una propuesta metodológica para el cálculo de tres parámetros básicos para la gestión y el control del riesgo de crédito en tesorería:

- La provisión crediticia
- El capital en riesgo crediticio
- La rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio (RORAC).

En la última parte se analiza cómo influyen las pérdidas crediticias en los resultados (P&G) obtenidos por el área de tesorería, distinguiendo los resultados crediticios de los debidos a variaciones de tipos/precios de mercado.

Antes de pasar a explicar los procedimientos de cálculo de los parámetros anteriormente mencionados, vamos a recordar el significado de los mismos según lo expuesto anteriormente en el capítulo 5, dedicado a la gestión y el control del riesgo de crédito.

## PROVISIÓN CREDITICIA

La provisión crediticia de una determinada operación es igual al valor actual de las pérdidas crediticias esperadas, desde la fecha actual hasta la fecha de vencimiento de la operación.

$$\text{provisión crediticia} = (1 - p_r) \cdot \sum_{t=1}^n C_t \cdot q_t \cdot D_t$$

donde  $C_t$  es el valor que se espera que tenga la operación en el momento  $t$  (exposición crediticia)<sup>1</sup>,  $q_t$  es la probabilidad de quiebra de la contrapartida en el momento  $t$ ,  $p_r$  es el coeficiente de recuperación y  $D_t$  es el factor de descuento o actualización del valor desde el instante  $t$  hasta el momento actual.

La provisión crediticia deberá ser considerada como un costo<sup>2</sup>, puesto que se trata de la mejor estimación de las pérdidas que se espera sufrir. El margen cargado a los clientes en las operaciones deberá ser suficiente para cubrir la provisión y obtener un beneficio adicional (prima de riesgo) que retribuya el capital arriesgado.

<sup>1</sup> Sólo existirá exposición al riesgo de crédito si el valor de mercado esperado de la operación en dicha fecha es positivo para la entidad.

<sup>2</sup> Este aspecto se analiza en detalle en la última parte de este capítulo.

La provisión crediticia debe dotarse por anticipado, como pérdida, cuando se realiza una valoración a mercado de las posiciones.

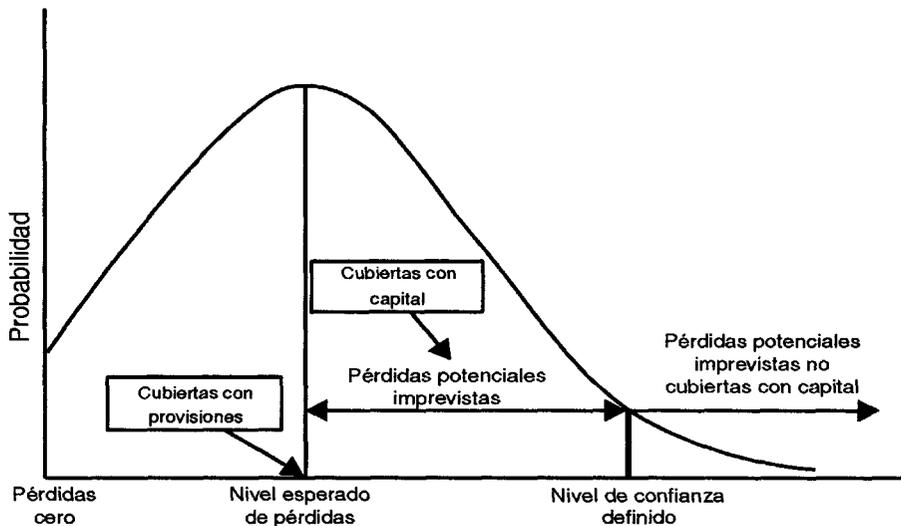
## CAPITAL EN RIESGO CREDITICIO

Al repercutir en el precio de las operaciones la provisión crediticia la entidad se protege frente a las pérdidas crediticias esperadas. Pero si durante un período determinado las pérdidas crediticias reales son superiores a la provisión crediticia dotada, y la entidad no dispone del capital suficiente, puede producirse una situación de quiebra.

El capital en riesgo crediticio debe cubrir la máxima pérdida estimada de valor de una cartera, causada por razones crediticias (Figura 11-1). Dicha pérdida máxima debe determinarse con un cierto nivel de confianza y durante un cierto plazo (generalmente se toma como plazo de referencia un año)

Por tanto, para calcular el capital en riesgo crediticio se debe determinar la provisión crediticia máxima dentro de un año, de tal forma que exista una probabilidad, por ejemplo del 99,8% (intervalo de confianza), de que dicha provisión crediticia máxima no se verá superada por la provisión crediticia real que habrá que dotar dentro de un año. La diferencia entre la provisión crediticia máxima dentro de un año y la provisión crediticia actual es el capital en riesgo crediticio, del que la entidad debe disponer para evitar su propia quiebra, arrastrada por quiebras de las contrapartidas.

Figura 11-1. Pérdidas potenciales por riesgo de crédito



## RORAC CREDITICIO

El RORAC crediticio es la tasa interna de rendimiento (TIR) que obtienen los accionistas como consecuencia de su aportación inicial de capital para hacer frente al riesgo crediticio, y de las subsiguientes retiradas del mismo o aportaciones adicionales, junto con los beneficios obtenidos, a lo largo de la vida de la operación.

El RORAC crediticio debe calcularse en términos esperados, para decidir si conviene o no realizar una operación, y en términos históricos, para evaluar los resultados realmente obtenidos.

La entidad deberá estimar el capital en riesgo crediticio que tendrá que asignar a lo largo de la vida de la cartera de operaciones (no sólo en el instante actual), para poder calcular la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio (RORAC).

Para cada una de las operaciones la entidad puede estimar la rentabilidad que obtendrán los accionistas sobre el capital en riesgo crediticio que tienen que aportar, como la tasa de actualización que iguala a cero el valor actual neto de los siguientes flujos de caja:

- Los resultados esperados de la operación (después de impuestos).
- Aportaciones o retiradas de capital<sup>3</sup> que tendrán que realizar los accionistas a lo largo de la vida de la operación.
- Compensación de capital<sup>4</sup> (después de impuestos), consecuencia de invertir el capital en riesgo crediticio aportado en activos libres de riesgo.

### Cálculo de la provisión crediticia

Como se ha expuesto en la introducción, la provisión crediticia de una operación de tesorería es igual al valor actual de las pérdidas esperadas a lo largo de la vida de la misma como consecuencia de la quiebra de la contrapartida. Para poder calcular la provisión crediticia es necesario conocer:

- El valor actual de la pérdida esperada de la operación en caso de quiebra. Para ello es necesario calcular el valor esperado del máximo entre cero y el costo de reposición de la operación en los diferentes momentos hasta su vencimiento.

En el caso de que quiebre la contrapartida de una operación tal que el valor en ese momento para la entidad es negativo, no se produciría ninguna pérdida crediticia. De este modo, la pérdida que se tendría en caso de quiebra de la contrapartida viene dada por el máximo del valor de la operación para la entidad en ese instante y cero, que coincide con el flujo de una opción sobre la operación que venciera en ese momento.

Por tanto, el valor actual de la pérdida esperada en caso de quiebra de la contrapartida en un instante futuro viene dado por el valor de esa opción de cancelación, que es el de una opción europea sobre la operación con precio de ejercicio cero y fecha de vencimiento en ese instante.

Se trata de una opción para intercambiar dos activos, por la cual si la contrapartida quiebra y ejerce la opción, recibiría el valor actual de los flujos pendientes de pagar a la entidad y entregaría el valor actual de los flujos pendientes de recibir de la entidad.

Realmente la entidad, cuando contrata una operación de tesorería y está entregando a su contraparte una opción de cancelar la transacción si ésta le causa una pérdida (opción con precio de ejercicio nulo), pero sólo en caso de quiebra. Se habrá entregado así una serie de opciones, cada una de las cuales puede ser ejercitada en un día diferente hasta el vencimiento de la operación, pero sólo si en ese instante se produce la quiebra.

<sup>3</sup> Si el capital en riesgo crediticio se estima en términos anuales, al inicio de la operación los accionistas deberán aportar el capital en riesgo crediticio estimado para cubrir los escenarios desfavorables que puedan encontrarse al final del primer año. Posteriormente, los accionistas podrán retirar capital en los años en que el capital en riesgo crediticio sea inferior al ya aportado el año anterior, y tendrán que aportar capital adicional en los años en que el capital en riesgo crediticio sea superior al ya aportado el año anterior.

<sup>4</sup> Este aspecto ya se ha explicado anteriormente en el capítulo 3, al exponer el concepto de capital en riesgo.

La probabilidad media de quiebra de la contraparte en cada día indica el número de opciones que se espera sean ejercitadas ese día. Estas opciones son europeas, ya que se sabe que serán ejercitadas ese día y no en fechas anteriores. Por tanto, para la entidad el valor actual de las pérdidas crediticias esperadas en ese día viene dado por el valor de esa cantidad de opciones europeas sobre la operación con precio de ejercicio cero y con vencimiento en ese día. En el cálculo del valor de las opciones habrá que considerar el valor de las garantías, caso de que existan.

En la práctica, en vez de considerar cada día hasta el vencimiento de la operación, se divide el tiempo restante en una serie de periodos, ya que de lo contrario sería necesario calcular una gran cantidad de opciones.

- Probabilidad media de quiebra de la contrapartida. Hay que calcularla para los diferentes momentos del tiempo hasta el vencimiento de la operación. Dichas probabilidades van a depender del *rating* actual de la entidad.

En la práctica, se calcula la probabilidad de quiebra para los mismos períodos que se han definido anteriormente para calcular las opciones de cancelación. Las probabilidades de quiebra de cada periodo pueden ser calculadas por las entidades internamente utilizando como base su experiencia histórica, o pueden utilizarse las probabilidades de quiebra publicadas por las agencias de calificación crediticia (Moody's, Standard & Poors, etc.).

Dichas agencias publican tablas (ver Cuadro 11-1), en las que figuran las probabilidades de quiebra de entidades con diferentes calidades crediticias para diferentes períodos temporales (generalmente años).

**Cuadro 11-1. Probabilidad de quiebra (en%) en función de la calidad crediticia**

	<b>AA</b>	<b>A</b>	<b>BBB</b>	<b>BB+</b>	<b>BB-</b>
Año 1	0,03	0,09	0,31	0,93	2,43
Año 2	0,04	0,15	0,45	1,41	3,25
Año 3	0,07	0,21	0,62	1,76	3,52
Año 4	0,10	0,28	0,78	1,98	3,49
Año 5	0,13	0,36	0,92	2,09	3,32
Año 6	0,18	0,44	1,04	2,12	3,08
Año 7	0,22	0,51	1,13	2,10	2,83
Año 8	0,27	0,58	1,19	2,04	2,60
Año 9	0,31	0,64	1,24	1,96	2,38
Año 10	0,36	0,69	1,27	1,88	2,19
Acumulada	1,71	3,95	8,95	18,28	29,08

- Porcentaje de recuperación del valor de la operación en caso de quiebra. Depende de las garantías adicionales aportadas por la contrapartida, al margen de las ya consideradas a la hora de determinar el valor de mercado de las opciones antes explicadas. Si en caso de quiebra la entidad tiene un derecho prioritario, se espera recuperar más del valor de la operación en ese momento que si no se tuviera dicho derecho.

Para el caso de operaciones de tesorería se suele considerar un porcentaje medio de recuperación en función de la experiencia histórica de la entidad.

- Relación entre las variables anteriores. Se supone que el valor del contrato considerado tiene una influencia muy pequeña sobre la capacidad de la contrapartida para cumplir con sus obligaciones, con lo que se tendría independencia entre las variables que determinan el valor de mercado y las que influyen en la posible quiebra de la compa-

ña. Este supuesto implica que el contrato es una parte no muy significativa de la cartera de la contrapartida, o que el riesgo de dicha operación está cubierto por la contrapartida. Esta hipótesis es correcta para un porcentaje muy alto de las contrapartidas, especialmente en el caso de entidades financieras de un cierto tamaño.

Resumiendo, podemos decir que para calcular la provisión crediticia de una determinada operación de tesorería hay que seguir los siguientes pasos:

- Dividir el plazo entre la fecha actual y la fecha de vencimiento de la operación en diferentes períodos temporales, para facilitar el cálculo de la provisión crediticia. Por ejemplo, si se trata de una operación a cinco años con liquidaciones semestrales se pueden considerar períodos de seis meses, con lo que se obtendrían diez fechas futuras para las que habría que analizar el riesgo de crédito de la operación.
- Calcular el valor de las diferentes opciones de cancelación que vencen, cada una de ellas, en los períodos temporales anteriormente definidos. En el cálculo del valor de dichas opciones habrá que tener en cuenta las garantías, caso de existir. Continuando con el ejemplo, habría que calcular el valor de diez opciones, la primera con vencimiento dentro de seis meses, la segunda dentro de un año, y así sucesivamente hasta la última opción que vencería en cinco años.
- Calcular la probabilidad de quiebra de la contraparte en cada uno de los períodos anteriormente definidos. En el ejemplo habría que calcular diez probabilidades de quiebra, la primera sería la probabilidad de que la contrapartida quiebre en los primeros seis meses, la segunda entre los meses seis y doce, y así sucesivamente hasta la última probabilidad de que la contraparte quiebre en el semestre que finaliza dentro de cinco años.
- Multiplicar para cada uno de los períodos definidos, el valor de la opción que vence en dicho período por la probabilidad de quiebra de la contrapartida en dicho período.
- Calcular la provisión crediticia como el sumatorio de los productos anteriores multiplicado por uno menos el porcentaje de recuperación.

$$\text{provisión crediticia} = (1 - p_r) \cdot \sum_{t=1}^n C_t \cdot q_t$$

siendo,  $p_r$  el coeficiente de recuperación,  $t$  los períodos en que se ha dividido el plazo de la operación,  $C_t$  el valor de las opciones que vencen en cada período  $t$  y  $q_t$  la probabilidad de quiebra de la contrapartida en cada período  $t$ .

Veamos para un ejemplo concreto, el procedimiento de cálculo de la provisión crediticia.

Supongamos que hoy, día 10 de febrero de 1998, una entidad financiera ha contratado un IRS con un cliente con las siguientes características:

- Nominal: US\$ 10 millones
- Plazo: 8 años
- Tipo fijo: 6,34% anual base actual 365 (paga la entidad financiera)
- Tipo variable: LIBOR semestral base actual 365 (recibe la entidad financiera)
- Primer variable: 5,81%.

Comenzaremos calculando el valor del IRS en la fecha de inicio, el cual, según figura en el Cuadro 11-2, es US\$ 58.807. Teniendo en cuenta que el tipo fijo que hace nulo el valor del IRS en la fecha de inicio es el 6,43%, podemos decir que la entidad financiera ha realizado un

ajuste de -9 puntos básicos en el tipo fijo que va a pagar a su cliente, como consecuencia del riesgo de crédito que espera asumir.

**Cuadro 11-2. Cálculo del valor del IRS**

Fechas	Tipo (%)	Factor de descuento	Paga fijo (US\$)	Recibe variable (US\$)	Flujo neto (US\$)	Flujo neto actualizado (US\$)
10/02/98	—	—	—	—	—	—
9/08/98	5,81	0,9726	0	282.526	282.526	274.763
10/02/99	5,54	0,9476	-633.500	263.626	-369.874	-350.472
9/08/99	5,49	0,9233	0	262.453	262.453	242.326
10/02/00	5,44	0,8995	-633.500	265.001	-368.499	-331.456
9/08/00	5,50	0,8749	0	280.750	280.750	245.632
10/02/01	5,56	0,8500	-635.236	292.644	-342.592	-291.216
8/08/01	5,67	0,8248	0	306.338	306.338	252.659
9/02/02	5,78	0,7987	-631.764	326.362	-305.403	-243.926
10/08/02	5,88	0,7733	0	327.958	327.958	253,623
9/02/03	5,99	0,7476	-633.500	344.173	-289.327	-216.304
10/08/03	6,09	0,7225	0	347.843	347.843	251.310
9/02/04	6,19	0,6974	-633.500	359.229	-274,271	-191.284
10/08/04	6,30	0,6721	0	375.304	375.304	252.279
9/02/05	6,41	0,6472	-635.236	386.003	-249.232	-161.307
9/08/05	6,48	0,6245	0	363.870	363.870	227.234
10/02/06	6,55	0,6017	-635.236	377.574	-257.661	-155.053
<b>Valor del IRS</b>						<b>58.807</b>

Para comprobar si el ajuste realizado por la entidad financiera (US\$ 58.807) se corresponde con el riesgo de crédito asumido, vamos a calcular la provisión crediticia, es decir, las pérdidas crediticias que la entidad financiera puede esperar en función de las características del IRS y de las probabilidades de quiebra del cliente en los diferentes momentos del tiempo hasta el vencimiento de la operación.

Primero tenemos que estimar la evolución de la exposición al riesgo de crédito a lo largo de la vida del IRS, para lo cual calcularemos el valor de las opciones de cancelación.

Realmente el cliente podría quebrar en cualquier fecha del plazo de vencimiento del IRS, pero para poder recoger este extremo sería necesario descomponer la exposición al riesgo de crédito del IRS en tantas opciones de cancelación como fechas existen en el plazo de vencimiento del mismo. Con el fin de simplificar consideraremos como fechas potenciales de quiebra y todas las fechas en que existe un devengo de flujo del IRS. Por tanto descompondremos el riesgo de crédito de IRS en tantas opciones europeas como fechas de devengo de flujos tenga el mismo.

Cada una de las 15 opciones<sup>5</sup> en que vamos a descomponer la exposición al riesgo de crédito del IRS son opciones europeas sobre futuro con las siguientes características:

- Plazos de vencimiento ( $t$ ): los existentes entre la fecha actual (10/02/98) y cada una de las fechas de devengo de los flujos variables del IRS; es decir, la primera opción será a 6 meses, la segunda a 1 año y la última a 7,5 años.

<sup>5</sup> Teniendo en cuenta que el plazo del IRS es de 8 años y los flujos variables se devengan semestralmente, tendríamos 16 fechas potenciales de quiebra del cliente, aunque realmente sólo consideraremos 15, ya que en la fecha de vencimiento del IRS ya no quedan flujos futuros por devengarse. En la fecha de vencimiento lo único que existe es un riesgo de entrega por el último intercambio de flujos.

- Precios de ejercicio ( $K$ ): valor actual, en cada una de las fechas de vencimiento de las opciones, de los flujos variables<sup>6</sup> pendientes de devengar. Teniendo en cuenta que los flujos variables se calculan en función de los tipos implícitos de la curva de tipos cupón cero y se actualizan utilizando la misma curva, su valor actual será siempre igual al nominal del IRS (US\$ 10 millones). Los precios de ejercicio se expresan como porcentaje sobre el nominal, por lo que cada uno de los precios de ejercicio de las 15 opciones será 100 (Cuadro 11-3).

Cuadro 11-3. Cálculo de los precios de ejercicio

Fechas	Tipo (%)	Factor de descuento	Flujo variable (US\$)	Flujo variable actualizado (US\$)	Flujo variable actualizado acumulado (US\$)	Valor futuro	Precio de ejercicio (%)
10/02/98	—	—	—	—	10.000.000	—	
9/08/98	5,81	0,9725	282.526	274.763	9.725.237	10.000.000	100,00
10/02/99	5,54	0,9475	263.626	249.797	9.475.440	10.000.000	100,00
9/08/99	5,49	0,9233	262.453	242.326	9.233.114	10.000.000	100,00
10/02/00	5,44	0,8995	265.001	238.362	8.994.752	10.000.000	100,00
9/08/00	5,50	0,8749	280.750	245.632	8.749.121	10.000.000	100,00
10/02/01	5,56	0,8500	292.644	248.758	8.500.363	10.000.000	100,00
8/08/01	5,67	0,8248	306.338	252.659	8.247.704	10.000.000	100,00
9/02/02	5,78	0,7987	326.362	260.666	7.987.038	10.000.000	100,00
10/08/02	5,88	0,7733	327.958	253.623	7.733.415	10.000.000	100,00
9/02/03	5,99	0,7476	344.173	257.307	7.476.108	10.000.000	100,00
10/08/03	6,09	0,7225	347.843	251.310	7.224.798	10.000.000	100,00
9/02/04	6,19	0,6974	359.229	250.536	6.974.262	10.000.000	100,00
10/08/04	6,30	0,6722	375.304	252.279	6.721.983	10.000.000	100,00
9/02/05	6,41	0,6472	386.003	249.827	6.472.156	10.000.000	100,00
9/08/05	6,48	0,6245	363.870	227.234	6.244.922	10.000.000	100,00
10/02/06	6,55	0,6018	10.377.574	6.244.922	6.244.922	10.377.574	

- Precios de futuro ( $F$ ): valor actual, en cada una de las fechas de vencimiento de las opciones, de los flujos fijos<sup>7</sup> pendientes de devengar. Los precios de futuro se expresan como porcentaje sobre el nominal (Cuadro 11-4).
- Volatilidades ( $s$ ): utilizaremos las volatilidades implícitas, que están cotizando en la fecha actual (10/02/98), para opciones sobre IRS en US\$ para los plazos de vencimiento de las opciones de cancelación.
- Tipos de descuento ( $r$ ): serán los tipos cupón cero actuales para cada una de las fechas de vencimiento de las opciones de cancelación.

<sup>6</sup> Por razones de cálculo, en la fecha de vencimiento del último flujo variable se incluye un flujo igual al nominal del IRS (el cual no existe en realidad), cómo si se tratase de un bono flotante.

<sup>7</sup> Por razones de cálculo, en la fecha de vencimiento del último flujo fijo se incluye un flujo igual al nominal del IRS (el cual no existe en realidad), cómo si tratase de un bono fijo.

Cuadro 11-4. Cálculo de los precios de futuro

Fechas	Tipo (%)	Factor de descuento	Flujo fijo (US\$)	Flujo fijo actualizado (US\$)	Flujo fijo actualizado acumulado (US\$)	Valor futuro (US\$)	Precio de futuro (%)
10/02/98	—	—	—	—	9.941.503	—	
9/08/98	5,81	0,9725	0	0	9.941.503	10.222.376	102,22
10/02/99	5,54	0,9475	633.550	600.316	9.341.186	9.858.314	98,58
9/08/99	5,49	0,9233	0	0	9.341.186	10.117.049	101,17
10/02/00	5,44	0,8995	633.550	569.863	8.771.324	9.751.601	97,52
9/08/00	5,50	0,8749	0	0	8.771.324	10.025.378	100,25
10/02/01	5,56	0,8500	635.286	540.016	8.231.308	9.683.478	96,83
8/08/01	5,67	0,8248	0	0	8.231.308	9.980.120	99,80
9/02/02	5,78	0,7987	631.814	504.632	7.726.675	9.674.019	96,74
10/08/02	5,88	0,7733	0	0	7.726.675	9.991.286	99,91
9/02/03	5,99	0,7476	633.550	473.649	7.253.027	9.701.608	97,02
10/08/03	6,09	0,7225	0	0	7.253.027	10.039.072	100,39
9/02/04	6,19	0,6974	633.550	441.854	6.811.172	9.766.154	97,66
10/08/04	6,30	0,6722	0	0	6.811.172	10.132.682	101,33
9/02/05	6,41	0,6472	635.286	411.167	6.400.005	9.888.522	98,89
9/08/05	6,48	0,6245	0	0	6.400.005	10.248.335	102,48
10/02/06	6,55	0,6018	10.635.286	6.400.005	6.400.005	10.635.286	

Cada una de las 15 opciones que tenemos que valorar es una opción *put* europea sobre futuro, que sólo será ejercidas por el cliente del IRS si el precio de futuro (valor actual de los flujos fijos del IRS pendientes de devengar) es inferior al precio de ejercicio (valor actual de los flujos variables del IRS pendientes de devengar). Es decir, el cliente del IRS sólo ejercerá las opciones de cancelación si el IRS tiene un valor negativo para él y, por tanto, positivo para la entidad financiera.

Para valorar dichas opciones vamos a utilizar el modelo de Black, el cual es una adaptación del modelo general de Black-Scholes para valorar opciones sobre contratos a plazo. Según dicho modelo el valor de una opción *put* es:

$$\frac{K \cdot N(-d_2) - F \cdot N(-d_1)}{(1+r)^t}$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{F}{K} + \frac{\sigma^2}{2} \cdot t}{\sigma \cdot \sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma \cdot \sqrt{t}$$

En el Cuadro 11-5 procedemos a calcular el valor de las 15 opciones de cancelación utilizando el modelo anteriormente expuesto.

Cuadro 11-5. Valoración de las opciones

Opción	Precio de futuro (%)	Precio de ejercicio (%)	Tipo de descuento (%)	Volatilidad (%)	Plazo (años)	Prima put (%)
1	102,22	100	5,81	5,17	0,496	0,600
2	98,58	100	5,54	5,03	1,000	2,634
3	101,17	100	5,49	4,58	1,496	1,579
4	97,52	100	5,44	4,42	2,000	3,509
5	100,25	100	5,50	4,06	2,499	2,133
6	96,83	100	5,56	3,92	3,003	3,861
7	99,80	100	5,67	3,53	3,496	2,252
8	96,74	100	5,78	3,32	4,000	3,637
9	99,91	100	5,88	2,90	4,499	1,930
10	97,02	100	5,99	2,62	5,000	3,061
11	100,39	100	6,09	2,18	5,499	1,339
12	97,66	100	6,19	1,83	6,000	2,216
13	101,33	100	6,30	1,36	6,501	0,557
14	98,89	100	6,41	0,93	7,003	1,057
15	102,48	100	6,48	0,47	7,499	0,009

Una vez que hemos estimado a través del valor de las opciones de cancelación la exposición al riesgo de crédito que le genera el IRS a la entidad financiera en cada una de las fechas seleccionadas, procederemos a calcular la provisión crediticia antes de recuperaciones, para lo cual multiplicaremos el valor de cada opción de cancelación por la probabilidad<sup>8</sup> de que el cliente del IRS quiebre en cada una de las fechas de vencimiento de dichas opciones (Cuadro 11-6).

Cuadro 11-6. Cálculo de la provisión crediticia del IRS antes de recuperaciones

Opción	Prima put (%)	Probabilidad de quiebra (%)	Provisión (%)
1	0,600	0,0470	0,00028
2	2,634	0,0480	0,00126
3	1,579	0,0730	0,00115
4	3,509	0,0750	0,00263
5	2,133	0,1050	0,00224
6	3,861	0,1080	0,00417
7	2,252	0,1410	0,00317
8	3,637	0,1440	0,00524
9	1,930	0,1780	0,00344
10	3,061	0,1820	0,00557
11	1,339	0,2160	0,00289
12	2,216	0,2210	0,00490
13	0,557	0,2520	0,00140
14	1,057	0,2570	0,00272
15	0,009	0,2870	0,00003
Provisión crediticia (antes de recuperación)			<b>0,04109</b>

Por tanto, si la entidad financiera estima que el porcentaje de recuperaciones es, por ejemplo del 60%, la provisión crediticia que debería dotar para este IRS sería:

$$0,0004109 \cdot 10^7 \cdot (1 - 0,60) \cong \text{US\$ } 1.644$$

<sup>8</sup> Las probabilidades de quiebra del cliente del IRS, en cada una de las fechas consideradas, serán determinadas en función de la calidad crediticia del cliente en el momento actual.

Es decir, la entidad financiera le ha cargado al cliente una prima de riesgo crediticio (US\$ 58.807) superior a la pérdida crediticia esperada (US\$ 1.644). Como veremos más adelante, la prima de riesgo además de cubrir la provisión crediticia tiene que compensar el capital en riesgo crediticio que la entidad tiene que asignar a esta operación, con el fin de poder obtener un RORAC adecuado.

### **Cálculo del capital en riesgo crediticio**

Según lo expuesto en la introducción, las entidades deberán tener asignado, en cada momento, al área de tesorería un capital en riesgo crediticio que permita absorber el exceso de pérdidas crediticias que se pueden producir en el transcurso de un año en relación a las provisiones crediticias dotadas en cada momento. Dicho capital en riesgo crediticio será igual al valor actual de la provisión crediticia máxima en un año, menos la provisión crediticia dotada en ese momento.

Una alternativa para calcular la provisión crediticia máxima de una determinada operación de tesorería, es emplear una técnica de simulación a través de los siguientes pasos:

- Definir escenarios<sup>9</sup> para los valores que pueden tomar en un año las variables de mercado y calcular, para cada escenario, cuál sería, en un año, el valor de las opciones de cancelación (al igual que hemos hecho para el cálculo de la provisión crediticia).

Continuando con el ejemplo que hemos utilizado para el cálculo de la provisión crediticia, dentro de un año quedarán ocho opciones de cancelación de las diez iniciales, ya que las dos primeras ya habrán vencido. Por lo tanto, para cada escenario habrá que calcular el valor que tendrán esas ocho opciones dentro de un año. Es decir, la tercera opción original que inicialmente tenía un vencimiento de un año y medio, será la primera opción a considerar dentro de un año y tendrá un vencimiento de seis meses.

- Para cada escenario de los anteriormente definidos, y para cada una de las calidades crediticias consideradas, calcular cuál será la provisión crediticia dentro de un año.

Si, por ejemplo, se han considerado cinco calidades crediticias (AAA, AA, A, BBB y BB), cada una de ellas con unas determinadas probabilidades de quiebra, para cada escenario tendremos cinco provisiones crediticias dentro de un año, una para cada calidad crediticia.

Es decir, para un determinado escenario y una determinada calidad crediticia, tendremos una provisión crediticia (antes de recuperaciones) dentro de un año igual al sumatorio de los productos de los valores de las opciones de cancelación de cada período por la probabilidad de quiebra de dicha calidad crediticia en los respectivos períodos. Dichos sumatorios deberán ser multiplicados por uno menos el coeficiente de recuperación, para calcular la provisión crediticia después de recuperaciones.

- Partiendo de la calidad crediticia inicial de la contraparte, definir escenarios de la calidad crediticia de la contraparte dentro de un año.

Si por ejemplo, en el inicio la contraparte es una AA, tres de los múltiples escenarios que se podrían definir son los que figuran en Cuadro 11-7:

<sup>9</sup> Para poder llegar a obtener una distribución de la provisión crediticia máxima dentro de un año habrá que simular muchos escenarios (como mínimo 1000).

**Cuadro 11-7. Escenarios de calidad crediticia dentro de un año, desde un AA inicial**

	Probabilidad (%) de				
	AAA	AA	A	BBB	BB
Escenario 1	8,0	80,0	9,0	2,5	0,5
Escenario 2	11,0	75,0	10,0	3,0	1,0
Escenario 3	13,0	70,0	11,0	4,0	2,0

Según el escenario 1, la contraparte, que en inicio es una AA, dentro de un año, continuará siendo una AA con una probabilidad del 80%, pasará a ser una AAA con una probabilidad del 8%, una A con una probabilidad del 9%, una BBB con una probabilidad del 2,5% y una BB con una probabilidad del 0,5%.

- Combinando las provisiones crediticias, calculadas para cada escenario de variables de mercado y cada calidad crediticia, con los escenarios de probabilidades de que la contraparte tenga diferentes calidades crediticias dentro de un año, se obtendrá una distribución de provisiones crediticias dentro de un año.
- Calcular la provisión crediticia máxima, para lo cual habrá que definir un intervalo de confianza y elegir el valor de la distribución de provisiones crediticias que se corresponde con dicho intervalo de confianza.

Por ejemplo, si el intervalo de confianza escogido es del 99%, elegiremos el valor correspondiente a la provisión crediticia máxima que solo es superada por un 1% de los valores de la distribución.

Finalmente, para calcular el capital en riesgo crediticio dentro de un año se actualizará la provisión crediticia máxima de dentro de un año y se le restará la provisión crediticia dotada en ese momento.

### **Cálculo de la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio**

La rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio (RORAC) se despeja de la siguiente ecuación:

$$FC_0 = \sum_{t=1}^n \frac{FC_t}{(1 + RORAC)^t}$$

donde  $FC_0$  es el flujo de caja inicial y  $FC_t$  es el flujo de caja de cada año (costo de capital más aportaciones o retiradas de capital asociadas al momento  $t$ ), que se calculan con las siguientes expresiones:

$$FC_0 = (RE_0 - PC_0) \cdot (1 - TI) - CER_0$$

$$FC_t = (CER_{t-1} \cdot r_{t-1,t}) \cdot (1 - TI) - (CER_t - CER_{t-1})$$

siendo  $RE_0$  el valor actual de los resultados esperados,  $PC_0$  la provisión crediticia en el momento inicial,  $TI$  la tasa impositiva,  $CER_0$  el capital en riesgo crediticio a constituir en el momento inicial,  $CER_{t-1}$  el capital en riesgo crediticio a constituir en el momento  $t-1$ ,  $CER_t$  el capital en riesgo crediticio a constituir en el momento  $t$  y  $r_{t-1,t}$  el tipo *forward* libre de riesgo desde el momento  $t-1$  al momento  $t$ .

Veamos cómo calcular la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio con un ejemplo concreto:

Supongamos que queremos calcular la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio del IRS que utilizamos como ejemplo para el cálculo de la provisión crediticia. Si recordamos, suponíamos que hoy, día 10 de febrero de 1998, una entidad financiera ha contratado un IRS con un cliente con las siguientes características:

- Nominal: US\$ 10 millones
- Plazo: 8 años
- Tipo fijo: 6,34% anual base actual 365 (paga la entidad financiera)
- Tipo variable: LIBOR semestral base actual 365 (recibe la entidad financiera)
- Primer variable: 5,81%.

Si recordamos el resultado esperado del IRS (valor del IRS en la fecha de inicio) era US\$ 58.807 y habíamos calculado que la entidad financiera tenía que dotar una provisión crediticia de US\$ 1.644.

Supongamos que utilizando el procedimiento de cálculo expuesto en el apartado anterior estimamos los capitales en riesgo crediticio que figuran en la segunda columna del Cuadro 11-8, los cuales deberían ser aportados por los accionistas de la entidad a principio de cada uno de los ocho años de vida del IRS.

**Cuadro 11-8. Cálculo del RORAC crediticio del IRS**

Fechas	Capital en riesgo (US\$)	Tipo <i>forward</i> (%)	Compens. de capital (US\$)	Variación CER (US\$)	Resultado esperado (US\$)	Provisión crediticia (US\$)	Impuestos 40% (US\$)	Flujo neto (US\$)
10/02/98	93.321			-93.321	58.807	-1.644	-22.865	-59.023
10/2/99	98.326	5,33	4.974	-5.005			-1.990	-2.020
10/2/00	87.450	5,58	5.484	10.876			-2.194	14.166
10/2/01	81.385	6,11	5.346	6.065			-2.138	9.272
10/2/02	72.460	6,65	5.411	8.925			-2.164	12.172
10/2/03	49.906	7,04	5.098	22.554			-2.039	25.613
10/2/04	20.609	7,48	3.735	29.297			-1.494	31.538
10/3/04	13.682	7,58	1.563	6.927			-625	7.865
10/2/06	0	7,74	1.059	13.682			-424	14.317

Teniendo en cuenta el resultado esperado del IRS, los accionistas obtendrían un RORAC del 13,76% (TIR que iguala a cero el VA de los flujos netos del Cuadro 11-8) sobre los capitales en riesgo que se espera que tengan que aportar a lo largo de la vida del IRS.

Si el 13,76% fuese considerado por la entidad financiera una rentabilidad insuficiente para este tipo de operación debería cotizar un tipo fijo más bajo, del 6,34%, de forma que el IRS generase un resultado esperado que permitiese cubrir la provisión crediticia y además obtener la rentabilidad objetivo sobre el capital en riesgo crediticio.

### Asignación de resultados entre riesgos de mercado y crédito

En este apartado se analiza cómo influyen las pérdidas crediticias en los resultados (P&G) obtenidos por el área de tesorería, distinguiendo los resultados crediticios de los debidos a variaciones de tipos o precios de mercado. Lo que vamos a exponer a continuación fundamentalmente se aplica a los depósitos, *forwards* y derivados OTC (FRA, *swaps*, opciones, etc.), que

son instrumentos para los cuales las entidades cotizan precios o tipos en función de las condiciones del mercado y de la calidad crediticia concreta de cada una de las contrapartidas con las que operan.

En general, las entidades suelen utilizar un criterio de asunción de riesgos para asignar los resultados derivados de la gestión de dichos riesgos, es decir, a cada unidad de negocio se le asignan los resultados derivados de los riesgos que gestiona. En relación a la distribución de los resultados del área de tesorería pueden considerarse dos enfoques alternativos:

- Concentrar en el área de tesorería la gestión de los riesgos de mercado y de crédito derivados de las posiciones contratadas, asignándole por tanto los resultados totales de dichas posiciones, tanto la componente de mercado como la crediticia.

Bajo esta filosofía las pérdidas debidas a quiebras de las contrapartidas irían contra los resultados de la tesorería. Por ejemplo, este enfoque tiene sentido cuando la tesorería invierte en activos de baja calidad crediticia a cambio de obtener un margen sobre los tipos libres de riesgo.

- Delegar en la tesorería únicamente la gestión de los riesgos de mercado de las posiciones contratadas, y que el riesgo de crédito sea gestionado por un área especializada, por ejemplo, si se trata de una operación de tesorería con una empresa, será el área de banca corporativa que lleva la cuenta de dicho cliente la encargada de gestionar el riesgo de crédito de la operación.

Bajo esta filosofía las pérdidas crediticias no afectarían a los resultados de tesorería, sino que serían imputadas en la cuenta de pérdidas y ganancias del área encargada de gestionar el riesgo crediticio. Como veremos mas adelante, dicha área debe recibir compensaciones en función de los riesgos asumidos.

Sea cual sea el enfoque asumido, lo que sí es cierto es que las P&G del área de tesorería de una entidad se ven afectadas por las pérdidas crediticias, debido a la posibilidad de incumplimiento de los contratos por parte de las contrapartidas cuando se encuentran en situación de quiebra y la operación con la entidad les causa una pérdida.

Las P&G diarias de las operaciones del área de tesorería se obtienen como resultado de:

- variación del valor de mercado de las posiciones existentes al cierre del día anterior,
- variación positiva o negativa de las provisiones crediticias respecto al día anterior,
- más valor de mercado de las operaciones nuevas,
- menos las provisiones crediticias de las operaciones nuevas,
- más flujos monetarios netos,
- menos costos financieros.

La consideración de la posibilidad de pérdidas crediticias afecta evidentemente a los flujos del periodo, pero también al valor de mercado de las posiciones.

El valor de mercado ( $VM_{t-1}$ ) de las posiciones de tesorería de una entidad al final de un determinado  $t-1$ , puede descomponerse en:

$$VM_{t-1} = VM_{t-1}^0 - P_{t-1}$$

donde  $VM_{t-1}^0$  es el valor de mercado de dichas posiciones calculado sin consideraciones crediticias y  $P_{t-1}$  es la provisión crediticia dotada en esa fecha.

Al final del día  $t$  siguiente, dichas posiciones tendrán un valor de mercado que puede descomponerse como:

$$VM_t = VM_t^0 - P_t$$

Por tanto la variación del valor de mercado de las mencionadas posiciones entre los días  $t-1$  y  $t$  será igual a la variación del valor de mercado sin consideraciones crediticias<sup>10</sup> menos la variación de las provisiones crediticias<sup>11</sup>:

$$VM_t - VM_{t-1} = (VM_t^0 - P_t) - (VM_{t-1}^0 - P_{t-1}) = (VM_t^0 - VM_{t-1}^0) - (P_t - P_{t-1})$$

Adicionalmente, puede que durante el día  $t$  la tesorería realice operaciones nuevas, cuyo valor de mercado ( $VM_n$ ) puede descomponerse en:

$$VM_n = VM_n^0 - P_n$$

donde  $VM_n^0$  es el valor de mercado de dichas operaciones nuevas, calculado sin consideraciones crediticias, y  $P_n$  es la provisión crediticia que se debe dotar en función del valor actual de las pérdidas crediticias esperadas en esa fecha.

Asimismo los flujos netos ( $F_t$ ) en el día  $t$ , pueden descomponerse como:

$$F_t = F_t^0 - PF_t$$

siendo  $F_t^0$  los flujos contractuales netos del día y  $PF_t$  los flujos que se han dejado de cobrar por quiebra de la contrapartida (corregidos por el valor actual de las recuperaciones esperadas en el futuro).

Según lo expuesto anteriormente, las P&G diarias del área de tesorería en el día  $t$ , se pueden calcular como:

$$\begin{aligned} P\&G_t &= VM_t - VM_{t-1} + VM_n + F_t - CF_t = \\ &= (VM_t^0 - P_t) - (VM_{t-1}^0 - P_{t-1}) + (VM_n^0 - P_n) + (F_t^0 - PF_t) - CF_t = \\ &= (VM_t^0 - VM_{t-1}^0 + VM_n^0 + F_t^0 - CF_t) + (-P_t + P_{t-1} - P_n - PF_t) \end{aligned}$$

Una primera descomposición de los resultados del área de tesorería podría ser la siguiente:

- Resultados de mercado (debidos exclusivamente a movimientos de tipos-precios, sin consideraciones crediticias):

$$P\&G_{t,mercado} = VM_t^0 - VM_{t-1}^0 + VM_n^0 + F_t^0 - CF_t$$

- Resultados crediticios:

$$P\&G_{t,crédito} = (P_{t-1} - P_t) - P_n - PF_t$$

Si se opta por el primer enfoque de los expuestos anteriormente y se considera que el área de tesorería gestiona tanto el riesgo de mercado como el de crédito, se le deben atribuir las dos componentes del resultado.

Por el contrario, si se opta por el segundo enfoque y se considera que la tesorería sólo debe gestionar los riesgos de mercado, únicamente habría que asignarle los resultados de mercado, ya que los resultados crediticios corresponderían al área encargada de gestionar el riesgo de crédito de las posiciones de tesorería.

Sin embargo, este segundo enfoque genera un problema, ya que si el área encargada de gestionar el riesgo de crédito de la tesorería asume íntegramente los resultados crediticios, cada

<sup>10</sup> Debido a cambios en las variables de mercado: tipos de interés, tipos de cambio, precio de las acciones, etc.

<sup>11</sup> Debido a cambios en las expectativas de evolución del valor de mercado de las posiciones (exposición crediticia) o de la calidad crediticia de las contrapartes (probabilidad de incumplimiento). Si el cambio de expectativas implica un incremento del riesgo crediticio esperado, las provisiones crediticias aumentarán ( $P_t - P_{t-1} > 0$ ), en el caso contrario la entidad podrá liberar provisiones crediticias ( $P_t - P_{t-1} < 0$ ).

nueva operación realizada por la tesorería introduce una pérdida igual a su provisión crediticia ( $P_n$ ). Esto es consecuencia de atribuir un valor ( $VM_n^0$ ) libre de pérdidas crediticias a la nueva operación, en el cálculo de los resultados de mercado ( $P\&G^0$ ).

Por otra parte, la provisión de las operaciones nuevas ( $P_n$ ) no es todavía un resultado crediticio, sino que es un costo esperado en el momento de realizar la transacción; sólo su variación expresa una mejora o empeoramiento en la posibilidad de experimentar pérdidas crediticias. Por todo ello, la provisión crediticia de las operaciones nuevas ( $P_n$ ) debe sustraerse de los resultados de mercado, y así, la descomposición de los resultados de tesorería será la siguiente:

- Resultados de mercado:

$$P\&G_{t,mercado} = VM_t^0 - VM_{t-1}^0 + VM_n^0 + F_t^0 - CF_t - P_n$$

- Resultados crediticios:

$$P\&G_{t,crédito} = (P_{t-1} - P_t) - PF_t$$

Con todo, los resultados crediticios se ven influenciados no sólo por la evolución de la calidad crediticia de la contrapartida, sino también por el nivel de exposición, que depende del valor de mercado de la transacción (tipos de interés y de cambio) y de su volatilidad. Esto representa un problema para la asunción de resultados por parte del área encargada de gestionar el riesgo de crédito de la tesorería. Por tanto, dicha área deberá recibir una retribución adicional basada en la rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio de las operaciones de tesorería (RORAC), que le permita compensar el riesgo de variación de las provisiones crediticias, incluyendo los efectos de cambio de la exposición.

Por tanto, aquellas entidades que opten por el segundo enfoque de los inicialmente propuestos, deberán considerar las siguientes cuestiones:

- La gestión del valor de mercado de las posiciones ignorando los aspectos crediticios es el negocio propio del área de tesorería; por tanto, la variación de este valor de mercado es el que debe quedar reflejado en sus resultados. Sin embargo, éstos recogen también el valor inicial de las operaciones, y éste debe ser minorado por las provisiones crediticias.
- Los resultados de mercado (ignorando los aspectos crediticios) de la tesorería deberán ser reducidos diariamente por el importe de las provisiones crediticias de las nuevas operaciones realizadas durante el día, e incrementados por la provisión crediticia de las operaciones canceladas.
- Las variaciones de provisiones crediticias a lo largo del tiempo afectan al resultado total obtenido por la entidad, pero se deben al riesgo de crédito, no gestionado por la tesorería. Es decir, se considera que las pérdidas debidas a quiebras de contrapartidas no serán asumidas por la tesorería. La única excepción sería la inversión o negociación de activos de compañías, donde la tesorería toma una posición crediticia a cambio de un margen sobre los tipos libres de riesgo.
- El área encargada de gestionar el riesgo de crédito de la tesorería asumirá las pérdidas crediticias que se produzcan como consecuencia de la quiebra de las contrapartidas y a cambio recibirá las provisiones iniciales equivalentes a las pérdidas crediticias esperadas, más una retribución adicional basada en el RORAC sobre el capital en riesgo crediticio para compensar el riesgo de que las pérdidas crediticias sean superiores a las provisiones dotadas.

No obstante, sea cual sea el enfoque elegido por las entidades, éstas deberán tener en todo momento provisiones por una cantidad equivalente al valor actual de las pérdidas crediticias esperadas como consecuencia de las operaciones del área de tesorería. Dicha provisión crediticia minorará los resultados del área, por lo cual ésta deberá intentar cobrársela a las contrapartidas con las que opera, a través de los precios o tipos cotizados.

# Implantación de sistemas informáticos de gestión de riesgos

## Introducción

El objetivo de este capítulo es delimitar y analizar las fases y los puntos críticos que una entidad tiene que considerar en el proyecto de definición e implantación de la estructura de sistemas que debe dar soporte a la función de gestión y control de los riesgos. El capítulo está dividido en tres partes claramente diferenciadas:

- En la primera parte se describen los elementos básicos que componen un sistema de gestión y control de riesgos.
- En la segunda se exponen las fases de un proyecto que tiene como objetivo la implantación de un sistema que dé soporte a la función de gestión de riesgos de una entidad.
- En la tercera se presentan algunos puntos críticos del proyecto, es decir, aspectos sobre los que se deberán tomar decisiones importantes durante la ejecución del mismo.

A lo largo de todo el capítulo, se mostrará a la entidad guiada por unos únicos intereses para conseguir la implantación del sistema. Sin embargo, antes de comenzar la implantación, sería recomendable conocer las expectativas de los diferentes grupos involucrados en el proyecto, para adelantar los aspectos en los que centrarán su interés, y prevenir posibles problemas de comunicación:

- La alta dirección estará fundamentalmente interesada en obtener resultados lo antes posible, para mostrar el avance del proyecto y el trabajo que se está realizando en él.
- Los usuarios estarán también interesados en obtener resultados lo antes pronto posible, pero al mismo tiempo estarán interesados por el producto final, desearán conocer el sistema que se va a desarrollar, cómo funcionará, qué soluciones aportará, etc.
- El área de tecnología y sistemas intentará que el proyecto se ajuste a los estándares de diseño, análisis y desarrollo de la entidad, independientemente de los plazos de consecución del proyecto. Para este área lo importante será obtener un sistema de calidad desde un punto de vista técnico, desarrollado según los dictados de la ingeniería computacional.

En general, las inquietudes y preocupaciones de los grupos anteriores pueden ser contrapuestas, por lo que antes de iniciar un plan deberá estar bastante claro qué objetivos predominarán sobre los demás y, por tanto los problemas que pueden surgir durante el proyecto:

- En caso de que prevalezcan los intereses de la alta dirección, es decir, la obtención de resultados lo antes posible, se puede incurrir en el error de que el desarrollo se realice de forma desordenada, sin un diseño general del sistema y una planificación de su

implantación. Esta forma de proceder puede dar lugar a un sistema en el que las funcionalidades se desarrollen de forma aislada y posteriormente se vayan integrando en el sistema de manera poco ordenada. En estas situaciones, el sistema no tarda en ser difícil y caro de mantener, con una arquitectura incontrolada en la que cualquier pequeño cambio puede tener consecuencias imprevisibles sobre procesos que no guardan ninguna relación.

- La postura de los futuros usuarios del sistema es normalmente la más equilibrada, porque buscan tanto la calidad en el desarrollo como la rapidez en la obtención de resultados. No obstante, es necesario conocer cómo perciben los usuarios la instalación del nuevo sistema, si lo admiten como una herramienta que facilitará su trabajo o si por el contrario lo ven como una amenaza para la realización de su labor, por tratarse de algo que no conocen y que no están dispuestos a conocer.
- Por último, en caso de que el enfoque que predomine sea el del área de tecnología y sistemas el proyecto será un éxito desde el punto de vista técnico casi con toda seguridad. No obstante, se está expuesto al peligro de que se ponga tanto celo en el proceso de desarrollo que cuando el proyecto finalice se haya quedado obsoleto en sus planteamientos o haya perdido interés para la alta dirección y los usuarios.

Por tanto, antes de comenzar el proyecto debe de estar asegurada la existencia de unos canales de comunicación entre los estamentos anteriores, que deberán alcanzar un consenso sobre el enfoque y objetivo final del proyecto, siendo conscientes de los problemas a que pueden dar lugar las decisiones demasiado radicales, que no tengan en cuenta las preferencias del resto de estamentos.

Para finalizar, señalar que este capítulo pretende servir de ayuda a aquellos que decidan implantar un sistema de gestión de riesgos en su entidad, para lo cual se propone una metodología con la que diseñar e implantar la solución informática y se discuten algunos de los problemas más importantes que pueden surgir durante la implantación del proyecto.

## El sistema de gestión de riesgos

Aunque en este capítulo se considerará que la estructura de sistemas de gestión de riesgos es un único sistema, en realidad se trata de un conjunto de subsistemas que proporcionan las funcionalidades necesarias para dar soporte a la función de gestión y control de riesgos.

Antes de describir las fases y los puntos críticos de un proyecto de implantación de un sistema de gestión y control de riesgos, y con el fin de dar una idea de la magnitud y las implicaciones de un proyecto de este tipo, en este apartado se introducirán los elementos básicos que forman parte del sistema:

- Bases de datos.
- Calculadores.
- Informes.
- Interfaces.

## BASES DE DATOS

La definición de las bases de datos y su diseño depende de la funcionalidad que el sistema de gestión de riesgos vaya a soportar, por lo que no se puede definir una estructura general que

sea óptima para todas las situaciones. Sin embargo, la experiencia demuestra que en la mayoría de los sistemas de gestión de riesgos contiene una información básica, que mostraremos a continuación.

Se puede definir una clasificación que engloba a la mayoría de las bases de datos de los sistemas de gestión de riesgos:

- Bases de datos estáticas. En este conjunto se encuentra la información general que se utiliza en la mayoría de los procesos que se realizan para gestionar los riesgos de una entidad. Se caracterizan porque tras una carga inicial de la información, permanecen inalterables, o con muy bajas tasas de actualización durante largos periodos de tiempo. En este grupo se encuadran las bases de datos de contrapartidas, límites, productos y estructura organizativa del negocio.
- Bases de datos dinámicas. En ellas la información tiene un fin más específico y se actualizan con mucha más regularidad. Aquí se incluyen las bases de datos que almacenan la información de los mercados y las que almacenan las posiciones y operaciones que realiza la entidad.
- Bases de datos utilizadas para la realización y presentación de los cálculos. Los sistemas que se compren o desarrollen para realizar la gestión de los riesgos de la entidad tomarán la información contenida en las bases de datos de los dos grupos anteriores y realizarán gran cantidad de cálculos con ellos. Estos procesos requieren bases de datos que almacenen resultados intermedios que sean de utilidad para los gestores.

La administración de las bases de datos, en el ámbito técnico, debe ser responsabilidad de un único grupo de trabajo que puede estar englobado en el área de tecnología y sistemas. Este grupo debe asegurar la integridad de la información y la optimización de su almacenamiento. Además, debe ser responsable de asegurar que las bases de datos cumplen los requisitos exigidos por todos los usuarios.

A continuación se presentan las bases de datos más comunes, indicando sus características más generales. Su diseño y creación dependerá de la entidad en la que se esté realizando la implantación, por lo que se dejará a criterio del responsable.

### **Base de datos de contrapartidas**

En esta base de datos se suele almacenar la información de todas las contrapartidas con las que opera la entidad (clientes, intermediarios y emisores), junto con algún indicador de la calidad crediticia que la entidad asigna a cada una de ellas.

La asignación de la calidad crediticia requerirá de algún procedimiento que normalice el proceso, y es propia de cada entidad, por lo que no se entrará en un análisis más detenido.

En esta base de datos se suele realizar una carga inicial de todas las contrapartidas, junto con el *rating* que les asigna la entidad. Posteriormente se actualiza introduciendo las nuevas organizaciones con las que se entablan relaciones comerciales de algún tipo, o modificando el *rating* de las entidades ya registradas.

La mayoría de los sistemas que se utilizan para la gestión de riesgos toman información de esta base de datos, por lo que es importante que se defina y mantenga correctamente.

En la mayoría de las entidades, esta información es gestionada por el área de análisis y control de riesgos, que es responsable de la asignación de la calificación crediticia a las contrapartidas.

### Base de datos de límites

En esta base de datos se almacenan los límites establecidos para todos los negocios en los que participa la entidad. Los límites pueden ser fundamentalmente de dos tipos, dependiendo del tipo de exposición al riesgo que se desea acotar:

- Límites al riesgo de mercado. En este caso los límites se imponen a las unidades de negocio, tratando de que con ellos no se exponga a la entidad a riesgos superiores a los que desea asumir.
- Límites al riesgo de crédito. Los límites se imponen para que el riesgo no se concentre en determinados países, sectores o clientes. Por regla general se establecen líneas de crédito para cada país y posteriormente por sectores, clientes, etc. En este caso la información está muy relacionada con la base de datos de contrapartidas.

La asignación de límites suele cambiar periódicamente, aunque no demasiado a menudo, en función de las decisiones que tome la dirección de la entidad respecto a las actividades en las que desea concentrar los riesgos.

Esta base de datos será consultada especialmente para realizar el control de los límites, indicando el porcentaje de utilización y la posible existencia de excesos.

Respecto a la gestión de la información que contiene, debe estar a cargo del área de análisis y control de riesgos, que es responsable de la propuesta de límites y de su control.

### Base de datos de valores negociables

El objetivo para el que se crea esta base de datos es almacenar las características de los títulos o valores con los que la entidad opera regularmente, como pueden ser los contratos de futuros o las emisiones de bonos. En esta base de datos se realiza una carga inicial, en la que se introducen todos los productos con los que la entidad opera regularmente, y posteriormente se va actualizando, de forma que contenga todos los productos con los que opera la entidad.

La gestión de la información contenida en esta base de datos debería estar a cargo del área de análisis y control de riesgos y de las áreas de administración y *back office*, que definen los productos con los que se opera.

### Base de datos con la estructura de las unidades de negocios

En esta base de datos se almacena la estructura organizativa de los diferentes negocios. Se detallará hasta el nivel en el que se desee imponer límites en la entidad o visualizar agregaciones de resultados, identificando las relaciones funcionales que posteriormente se emplearán para realizar las diferentes agregaciones.

La información se introducirá realizando una carga inicial, y posteriormente se actualizará para que refleje la situación organizativa de las diferentes unidades de negocio. Esto permitirá identificar las operaciones realizadas por cada una de ellas y por tanto la exposición al riesgo que toman y las pérdidas y ganancias. Todo ello, junto con la imposición de límites, permitirá analizar y gestionar las unidades de negocio, en función del beneficio que se obtiene y el riesgo al que exponen a la entidad.

La información de esta base de datos debe ser gestionada por el área de análisis y control de riesgos, responsable de controlar la correcta aplicación de las políticas y metodologías, de

forma que los valores numéricos proporcionados por las áreas de negocio reflejen la realidad económica de la entidad.

### Base de datos de variables de mercado

Los sistemas de gestión de riesgos precisan disponer de información actual de los mercados, y de una base de datos histórica, que se deberá mantener actualizada, para realizar los cálculos. La información que se debe guardar es muy diversa. Como ejemplo, se pueden citar algunos datos que suelen aparecer en la mayoría de las bases de datos de mercado:

- Tipos de interés a diferentes plazos para las divisas en las que opera la entidad.
- Tipos de cambio de las divisas con las que opera la entidad.
- Precios de los títulos negociados.
- Volatilidades, correlaciones, etc.

La carga de esta base de datos se realiza normalmente a partir de sistemas que contienen información actualizada (Reuters, Bloomberg, etc.) de casi todos los mercados mundiales. A partir de esta información básica se calcula gran cantidad de información que caracteriza el comportamiento de los mercados y que por tanto se almacenará en esta base de datos.

El contenido de esta base de datos es fundamental para el sistema de gestión de riesgos, porque permite realizar la valoración de la posición que mantiene la entidad y evaluar los cambios que se pueden producir. A ella accederán prácticamente la totalidad de los subsistemas, para disponer de información con la que realizar los cálculos.

La gestión de la información contenida en esta base de datos debe estar a cargo del área de análisis y control de riesgos, que es la encargada de definir las fuentes independientes que se deben utilizar para captar las variables de mercado necesarias para valorar y medir riesgos. Es importante que el área de análisis y control de riesgos esté coordinada con el área de administración y *back office*, para que no surjan problemas por utilizar datos de mercado diferentes para la realización de los cálculos.

### Base de datos de posiciones y operaciones

Contiene la información sobre todas las operaciones vivas que exponen a la entidad a los riesgos de mercado y crédito. En esta base de datos se almacena información de características muy diferentes, de tal forma que habrá datos que permanezcan inalterables durante largos periodos de tiempo, caso de las inversiones a largo plazo, mientras que otras estarán cambiando permanentemente, caso, este último, de las operaciones que se realizan en las mesas de negociación de la tesorería (*trading*).

La introducción de la información se realizará desde las unidades de negocio, en el mismo instante en el que se realizan las operaciones y posteriormente se validarán para comprobar que reflejan la realidad.

Como es fácil imaginar, el contenido de esta base de datos es vital para la gestión de riesgos, ya que contiene las operaciones que exponen a la entidad a los diferentes tipos de riesgo. Prácticamente todos los sistemas accederán a ella, para tomar la información que sea relevante para la elaboración de las medidas de riesgo.

La administración de la base de datos debe estar a cargo del área de administración y *back office*, responsable de garantizar la integridad de la base de datos de operaciones.

## Relación entre las bases de datos

Las unidades de información que se han mencionado, están íntimamente relacionadas, ya que todas aportan la información necesaria para realizar los cálculos que requiere la gestión de riesgos. Todas las bases de datos se relacionan de una u otra forma con el resto, y ha de garantizarse con especial atención la coherencia de los datos, evitando incongruencias, tales como:

- Operaciones realizadas en mercados que no se contemplan.
- Operaciones o posiciones adjudicadas a unidades de negocio que no existen.
- Operaciones realizadas con contrapartidas no definidas.
- Contrapartidas que no tengan *rating* crediticio asignado.
- Operaciones con productos no definidos, o de los que no se toman precios, etc.

## SISTEMAS DE CÁLCULO

En los capítulos anteriores dedicados a las metodologías empleadas para la gestión y medición de los riesgos, se puede observar cómo además de requerir grandes volúmenes de información, también se requiere la realización de gran cantidad de cálculos, que permitan la obtención de los resultados buscados.

En este apartado se describen los principales calculadores que se necesitan implantar para poner en práctica dichas metodologías.

### Cálculo de la posición

El subsistema encargado del cálculo de la posición tomará como entrada las operaciones que realiza la entidad y las variables de mercado que permiten calcular el valor de las primeras. Posteriormente, realizará la valoración de todas y cada una de las operaciones, de forma que permita a los usuarios finales del sistema conocer el valor de las posiciones que mantiene la entidad, tanto individualmente como en función de distintos criterios de agregación (carteras, productos, centros de beneficio, etc.).

Cuando el número de operaciones es muy elevado, se hace necesario proporcionar información más agregada, para poder conocer las posiciones que mantiene la entidad frente a los diferentes factores de riesgo. Con este fin se calculan los mapas de posiciones equivalentes, que resumen la posición de la entidad en un conjunto de posiciones frente a un número reducido de factores de riesgo. Su obtención consiste en calcular bajo múltiples escenarios de mercado, una cartera equivalente a la que mantiene la entidad, de forma que la variación de valor de la cartera equivalente ante cada escenario sea igual a la variación de valor de la cartera real. Este proceso es complejo y requiere técnicas de simulación que exigen gran cantidad de cálculos.

En muchos de los casos, además de la posición equivalente global de la entidad se requiere disponer de las posiciones equivalentes de cada uno de los negocios en los que está operando, lo cual aumenta de forma considerable el número de cálculos que se deben realizar.

### Cálculo de los resultados de gestión

Otro aspecto de gran importancia es la obtención de los resultados de gestión. Deberá existir un subsistema que calcule las pérdidas y ganancias (en adelante P&G) con criterios de gestión (distintos a los contables) y con una frecuencia diaria.

Este módulo calculará las P&G que genera cada una de las operaciones que realiza la entidad y a continuación deberá ser capaz de realizar tantas agregaciones como sean necesarias, de forma que se puedan evaluar los resultados como se considere más relevante de cara al análisis y la comparación con los riesgos asumidos. El subsistema también debe permitir evaluar las P&G en diferentes periodos temporales: diario, acumulado mes, acumulado año (natural o fiscal) y, en general, cualquier otro periodo temporal comprendido entre dos fechas.

El módulo de P&G, además de calcular resultados históricos debe permitir estimar los resultados que se espera que genere la posición actual de la entidad en periodos futuros del tiempo.

Por último, es importante que el módulo de P&G permita realizar análisis de sensibilidad de los resultados a variaciones de los factores de riesgo para poder explicar los resultados obtenidos en base a las posiciones adoptadas y los movimientos ocurridos en los mercados.

### **Cálculo de las medidas de riesgo y rentabilidad-riesgo**

Los calculadores de medidas de riesgo (VER, CER, etc.) y de medidas de rentabilidad-riesgo (RORAC) utilizarán los resultados generados por los dos módulos anteriormente expuestos, junto con datos de mercado (volatilidades, correlaciones, etc.), para generar los resultados finales que se proponen en las metodologías expuestas a lo largo de este manual. El módulo de cálculo de medidas de riesgo debe permitir la comparación de los riesgos asumidos con los límites establecidos.

Como las medidas de riesgo no se pueden sumar directamente, se deben tener en cuenta las correlaciones que existen entre los factores de riesgo. Esto complica notablemente los cálculos, ya que estos se deberán rehacer completamente cada vez que se introduzca una nueva operación o posición.

El capital en riesgo se suele calcular para los distintos factores de riesgo (tipos de interés, tipos de cambio, etc.), y posteriormente se realizan múltiples agregaciones: total de la entidad, para las posiciones en cada una de las divisas en que opera la entidad, para las unidades de negocio, para cada una de las posiciones de la cartera equivalente y, en general, para cualquier agrupación de operaciones que se desee evaluar.

El RORAC se calcula también para cada una de las agrupaciones que se acaban de definir. Normalmente se proporcionan dos medidas de RORAC, el esperado y el histórico. El RORAC esperado se calcula a partir de las P&G esperadas y el CER esperado, con la posición que mantiene actualmente la entidad. El RORAC histórico se calcula a partir de las P&G obtenidas históricamente y los CER que se fueron calculando de forma diaria, que dan lugar al CER histórico.

### **Simuladores**

Como se ha comentado previamente, la introducción de una sola operación obliga a recalcular todas las medidas de riesgo de una cartera, lo que supone una complicación importante a la hora de analizar cómo afecta al capital en riesgo y al RORAC de una cartera la introducción de operaciones que no se han contratado todavía.

Para resolver este problema se utilizan los simuladores, que permiten calcular de forma aproximada (por ejemplo a través del concepto de CERdelta) la variación que sufriría del CER y del RORAC de una cartera si se modifican las posiciones de la misma.

Los simuladores permiten a los gestores de las diferentes áreas de negocio realizar un seguimiento bastante aproximado del riesgo de sus carteras a medida que van realizando operaciones a lo largo del día.

## GENERADORES DE INFORMES

El sistema de gestión de riesgos debe ser capaz de generar informes para todos los estamentos de la entidad, de acuerdo con los estándares propuestos en el capítulo 8.

Por un lado el sistema debe generar automáticamente, en el proceso de fin de día, informes predefinidos, que podrán ser consultados por los diferentes estamentos de la entidad, a través de un procedimiento de niveles de acceso adecuado.

Por otro lado, el sistema debe contar con un generador de informes que permita elaborar informes a medida seleccionando a voluntad del usuario cualquier combinación de centro de beneficios, factor de riesgo, tipo de cartera, tipo de producto, etc.

Adicionalmente, el sistema debe contar con un módulo de consultas, que permita a los usuarios acceder fácilmente a la información que deseen, para poder evaluar la posición, el riesgo y la rentabilidad de los negocios que están controlando o gestionando.

## INTERFACES

Uno de los mayores problemas que se puede encontrar una entidad para la implantación de un sistema de gestión y control de riesgos es la generación de interfaces con el resto de sistemas de la entidad, para poder cargar todos los datos que requiere para su funcionamiento.

Fundamentalmente, es necesario realizar interfaces con dos tipos de sistemas, dependiendo de la información que proporcionan:

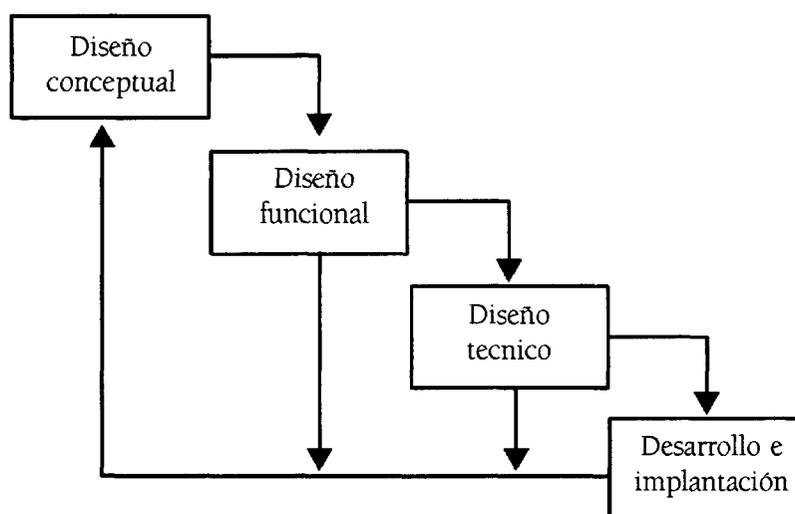
- Sistemas de información de mercado, los cuales suministrarán la información que necesita el sistema de gestión y control de riesgos para valorar las posiciones y evaluar los riesgos en que se puede incurrir con ellas. Este tipo de información suele ser suministrada por compañías especializadas que actualizan la información de mercado (tipos de interés, tipos de cambio, cotizaciones de acciones, etc.) en tiempo real.
- Sistemas de información de posiciones, en los cuales se almacenan las operaciones que realiza la entidad, en los distintos negocios. Aunque esta información debe estar centralizada, en la mayoría de las entidades se encuentra dispersa en múltiples sistemas especializados en el tratamiento de determinados productos o negocios, lo que complica considerablemente el proceso de implantación.

Adicionalmente a las interfaces de entrada al sistema de gestión y control de riesgos, puede ser necesario desarrollar interfaces de salida que suministren información a otros sistemas de la entidad como, por ejemplo, el sistema de contabilidad (puede utilizar las valoraciones de las operaciones) y el sistema de auditoría interna.

## Fases del proyecto

En este apartado se exponen las fases que se deben considerar en un proyecto de definición e implantación de una estructura de sistemas de gestión de riesgos. En la Figura 12-1 se presenta un esquema general de las fases del proyecto.

**Figura 12-1. Fases del proyecto de diseño, desarrollo e implantación de un sistema de gestión de riesgos**



### Diseño conceptual

El objetivo de la primera fase del proyecto es la elaboración y aprobación del diseño conceptual del sistema, que proporciona las bases para que el comité de riesgos apruebe el inicio del proyecto.

En el diseño conceptual se establecen los objetivos fundamentales del proyecto, se describirán los procesos que van a formar parte del sistema, la plataforma informática en que funcionará, el impacto que tendrá en la organización, etc. Por último se incluirá una planificación para la fase de análisis y diseño del sistema.

El diseño conceptual constará de tres etapas:

- Organización de la fase de diseño conceptual.
- Elaboración del diseño conceptual.
- Revisión y aprobación.

### Organización de la fase de diseño conceptual

En esta etapa se prepara el entorno informático en el que se realizará el diseño conceptual, se definirá el alcance del proyecto, los estamentos involucrados y los estándares administrativos.

Dada la importancia estratégica de un proyecto de estas características, es fundamental que todos los estamentos de la entidad participen en la definición e implantación de la estructura del sistema de gestión y control de los riesgos:

- Liderazgo: la alta dirección de la entidad (estructura estratégica) debe comprometerse en la realización del proyecto, garantizando que todas las áreas de la entidad (estructura operativa) se comprometan y colaboren adecuadamente en el proyecto, con el fin de poder alcanzar los objetivos marcados.
- Definición funcional: todas las áreas de la entidad deberán definir la funcionalidad que les debe aportar el sistema, con relación a las tareas que cada una tiene asignadas en el proceso de gestión y control de riesgos.

- Definición tecnológica: el área de tecnología y sistemas deberá definir las características tecnológicas y la estructura del sistema de gestión y control de riesgos.
- Coordinación: el comité de riesgos coordinará la realización del proyecto, bien directamente o delegando en un comité de dirección del proyecto, que será presidido por un miembro de la alta dirección, y en el cual deberán participar, al menos, las siguientes áreas:
  - todas las áreas de negocio,
  - el área de análisis y control de riesgos,
  - el área de administración y *back office*,
  - el área de tecnología y sistemas, y
  - el área de auditoría interna.

### Elaboración del diseño conceptual

El objetivo que se persigue con el diseño conceptual es definir la funcionalidad que proporcionará el sistema. Para ello se analizarán los sistemas actuales, se marcarán los objetivos del nuevo sistema y se analizarán posibles alternativas de desarrollo, seleccionando la más adecuada.

La elaboración del diseño conceptual se suele dividir en cuatro fases:

- a. Descripción de la situación actual, en la que se reflejará el estado de los sistemas de gestión de riesgos de la entidad que tiene en ese momento, tanto desde el punto de vista tecnológico como funcional, es decir, se compararán las funcionalidades y los requerimientos tecnológicos del sistema que se desea implantar con las funcionalidades que proporcionan los sistemas que ya existen en la entidad y la capacidad de las tecnologías existentes para proporcionar las prestaciones requeridas por el nuevo sistema.

Tras el análisis, se identificarán los puntos débiles y fuertes de la estructura de sistemas actual, así como los procesos y procedimientos existentes.

- b. Descripción conceptual del sistema de gestión de riesgos. En esta fase se identificarán y describirán los procesos que se deberán realizar con la implantación del nuevo sistema. En cada uno de ellos se identificará la información que requiere para su ejecución, y la que generará para el resto de sistemas de la entidad. También se realizará un primer modelo de datos, reflejando las necesidades de información detectadas hasta este punto e identificando las áreas que se responsabilizarán de su introducción y mantenimiento.

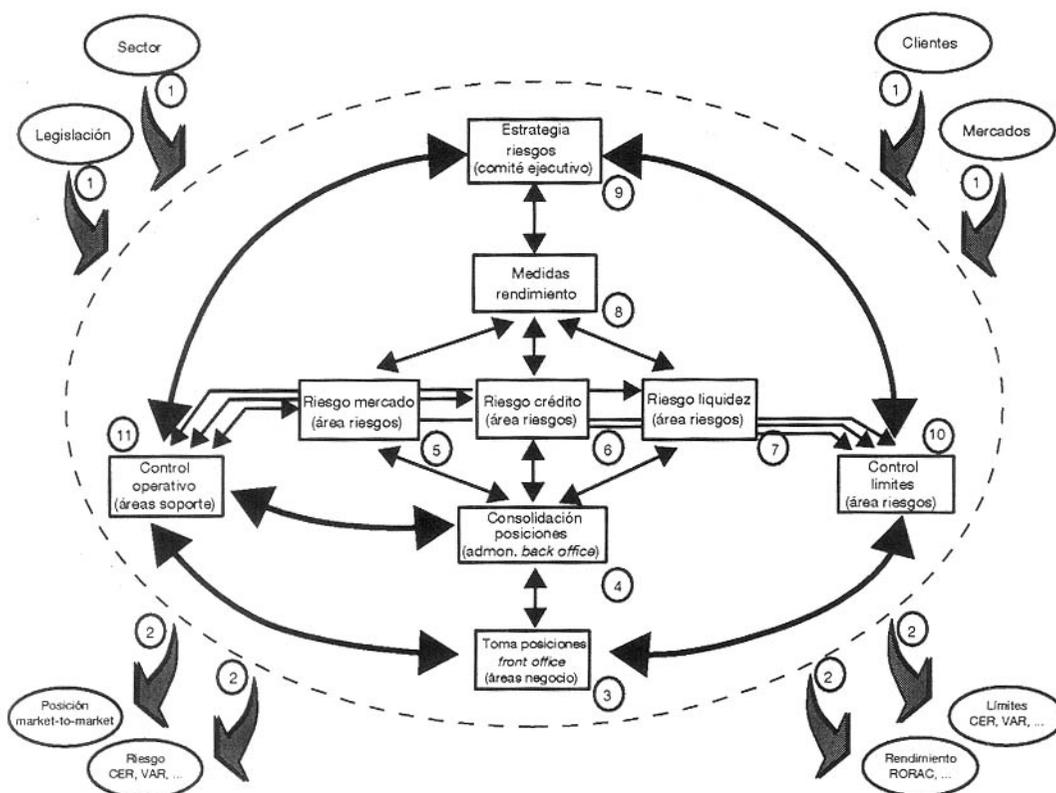
La elaboración del informe de descripción conceptual deberá realizarse teniendo en cuenta las expectativas de la alta dirección de la entidad, las cuales están reflejadas en la estrategia de gestión de riesgos aprobada por el comité ejecutivo de la entidad. Además, debe incorporar las líneas generales marcadas por la estrategia de sistemas, de forma que posteriormente no surjan problemas de compatibilidad.

Para finalizar, este informe debe ir acompañado de un estudio preliminar del impacto organizativo que tendrá en la entidad la implantación de los procesos y sistemas descritos anteriormente. En él se identificarán los procesos que deberán realizar cada uno de los estamentos que se definieron en el capítulo 2, valorando el alcance de los cambios que se producirán en cada uno de ellos.

En la Figura 12-2 se describen los principales procesos que se requieren para la gestión y control de riesgos, así como las relaciones que se establecen entre ellos.

1. El sistema tomará información externa que describa los mercados en los que participa la entidad, clientes con los que opera, sectores económicos y la legislación vigente.

Figura 12-2. Procesos necesarios para la gestión y el control de riesgos



2. La información externa que se introduce en el sistema, junto con la información que describe la posición tomada por la entidad se utiliza para generar medidas de valoración de la posición de la entidad: capital en riesgo, rentabilidad ajustada al riesgo, control de límites, etc.
3. En las áreas de negocio se gestiona el riesgo de la entidad a través de la contratación de operaciones. Para la realización de sus funciones, las áreas de negocio cuentan con sistemas que facilitan la toma de decisiones, la realización de análisis (simuladores) y permiten el almacenamiento de las operaciones.
4. Las operaciones que se realizan en todas las áreas de negocio se consolidan y almacenan en una única base de datos que gestiona el sistema del área de administración y *back office*. La información gestionada por este sistema será la base para la realización de todos los cálculos posteriores.
5. El sistema de control del riesgo de mercado leerá las posiciones de la entidad y evaluará el riesgo de mercado al que está expuesta, comparándolo con los límites establecidos.
6. El sistema de control del riesgo de crédito calculará la exposición al riesgo de crédito por contrapartida que tiene la entidad en relación a las líneas de crédito autorizadas.
7. El sistema de control del riesgo de liquidez permitirá analizar las entradas y salidas de fondos derivadas de la estructura de balance de la entidad, con el fin de anticipar necesidades o excesos de liquidez en diferentes momentos futuros del tiempo.

8. El área de análisis y control de riesgos tendrá la responsabilidad de integrar y analizar la información sobre riesgos generada por los sistemas anteriores. Dicha área informará regularmente y en detalle al comité de riesgos sobre la exposición a los diferentes riesgos que generan los negocios en los que interviene la entidad.
  9. El comité de riesgos informará al comité ejecutivo sobre la exposición global al riesgo que asume la entidad.
  10. El área de análisis y control de riesgos comprobará que todas las unidades operan dentro de los límites impuestos e informará al comité de riesgos de los excesos que se vayan produciendo.
  11. El módulo de control operativo tiene como objetivo el establecimiento de procedimientos y controles que impidan la realización de operaciones o procesos cuando estos no cumplan todos los requisitos que son exigibles. Este módulo recibe información de todos los demás, en tanto que controla que se verifican determinadas condiciones que se han definido como necesarias para la realización de cada uno de los procesos.
- c. **Análisis técnico preliminar.** Una vez que se dispone de una descripción del sistema que se desea desarrollar y de las funcionalidades que debe proporcionar se está en disposición de definir una primera aproximación del entorno técnico en el que se trabajará. Para que el análisis sea lo más riguroso posible, se deben presentar distintas alternativas, acompañadas de un estudio del impacto organizativo que tendría cada una de ellas.

En el análisis del entorno técnico, se debería analizar la validez de las arquitecturas de equipo y programas informáticos contempladas en los estándares de la entidad para cubrir las necesidades identificadas en el sistema. Se extraerán conclusiones acerca del grado de centralización o distribución y los requerimientos de comunicaciones y seguridad.

También sería interesante incluir alternativas acerca de los entornos que se podrían utilizar para el desarrollo o adaptación de los subsistemas que se vayan a implantar. Se estudiará la conveniencia de utilizar diferentes herramientas de desarrollo, en función de la formación y experiencia del equipo que se desee crear para la elaboración del proyecto.

En los estudios de impacto organizativo es importante identificar los riesgos que soportará la realización del proyecto, así como los que soportaría el sistema tras su implantación.

- d. **Propuesta de planificación del proyecto.** Con la información elaborada hasta el momento se realizará un plan de trabajo para el proyecto y un presupuesto aproximado. Se identificarán las principales tareas y el coste de cada una de ellas, incluyendo las hipótesis que se realizan en la estimación y un breve análisis de sensibilidad.

Adicionalmente a la planificación y presupuestación general del proyecto se realizará una planificación y una presupuestación más detallada de la siguiente fase en la que se analizará y diseñará el sistema, tanto desde el punto de vista funcional como desde el punto de vista técnico.

## Revisión y aprobación

Con toda la información especificada en los apartados anteriores se preparará un informe con la propuesta del sistema que se desea desarrollar. El informe se elevará al comité de riesgos para su aprobación.

## ANÁLISIS Y DISEÑO

El objetivo de esta fase es detallar las especificaciones funcionales y técnicas del sistema de gestión de riesgos, para someterlo a la aprobación del comité de riesgos. Al final de esta fase se elaborará la planificación, el presupuesto y el calendario para la fase de desarrollo e implantación del sistema.

En esta fase cobran una especial relevancia las personas designadas para colaborar en la realización del proyecto, en cada una de las áreas que se definieron en el apartado de organización del diseño conceptual. Estos serán los responsables funcionales, sin cuya aprobación no se debe elevar el diseño funcional al comité de riesgos.

Una labor primordial en esta fase será conseguir que los responsables funcionales se comprometan con las directrices marcadas por el comité de riesgos y atiendan a los requerimientos que se les hagan para definir las especificaciones del sistema de gestión de riesgos. Su colaboración es fundamental para integrar los procesos de gestión de riesgos en sus respectivas áreas, de forma que el impacto sea mínimo y se aprovechen al máximo todos los procesos que estén establecidos.

El desarrollo de la fase de análisis y diseño constará de ocho etapas:

- Organización de la fase de análisis y diseño
- Definición de los requerimientos de usuario
- Diseño funcional
- Evaluación del equipo (*hardware*) y los programas (*software*) informáticos
- Diseño técnico
- Especificación de los requerimientos técnicos
- Planificación de la instalación del sistema
- Revisión y aprobación

### Organización de la fase de análisis y diseño

La fase de análisis y diseño es considerablemente más complicada de gestionar que la anterior, por lo que su organización será determinante para el éxito del conjunto del proyecto. Se definirán los siguientes aspectos:

- Establecimiento de los estándares del proyecto, procedimientos administrativos y herramientas de administración. Antes de comenzar cualquier tarea, se seleccionará la aplicación informática que se utilizará para la gestión del proyecto, se definirán todos los procedimientos administrativos, de control de progreso y de control económico. Además, se definirán todos los estándares del proyecto.

El objetivo de esta etapa es definir la metodología que se empleará para el control del proyecto, indicando los aspectos relevantes sobre los que se deberá informar para dar a conocer el grado de evolución del proyecto. También se definirán los informes y la frecuencia con que se deberán generar.

- Organización del equipo de trabajo. A partir de la planificación detallada que se realizó al finalizar el diseño conceptual se identificarán las actividades que se deben desarrollar, se les asignarán personas, fechas de comienzo y finalización y responsables funcionales y de procesos del área usuaria. Para finalizar, se especificará la formación requerida por el equipo para la realización del proyecto.
- Definición del plan de calidad del proyecto. Se definirán los controles internos de calidad que se realizarán durante el proyecto.

## Definición de los requerimientos de usuario

El objetivo de este proceso es definir los requerimientos de usuario con un mayor nivel de detalle que en el diseño conceptual. Con ayuda de los responsables funcionales se identificarán los procesos, los requerimientos de seguridad y control y se analizará el impacto organizativo que tendrá en cada área. Se trata, en resumen, de diseñar una estructura de procesos y procedimientos que cumplan los requerimientos del comité de riesgos, expresados en el diseño conceptual, y sean aceptables para los responsables funcionales de cada una de las áreas de involucradas.

Esta tarea se puede realizar en las siguientes etapas:

- Identificación de procesos y necesidades de información. Partiendo del diseño conceptual y contando con la colaboración de los responsables funcionales, se definirán con detalle los procesos que se realizarán para proporcionar la funcionalidad deseada. Posteriormente se analizarán los procesos que se realizaban hasta el momento, y se optimizará el conjunto de procesos resultante, de forma que se minimice el esfuerzo y el coste de la función de gestión de riesgos. A continuación se desglosarán los procesos en actividades y se definirá la información que requiere y genera cada una de ellas. Para finalizar, se definirá el modelo de datos manejado por la función y se conectará con el esbozo inicial que se había desarrollado en el diseño conceptual.

Durante la realización de esta fase, los responsables funcionales comienzan a ser conscientes del alcance del proyecto y pueden comenzar a valorar el impacto que sufrirán sus áreas y la importancia de la información que se genera con la implantación del nuevo sistema. Se comenzará a definir la información que es relevante para la realización de la función de gestión de riesgos, los procesos y actividades que se deben realizar para procesarla y los resultados que se deberán obtener para cuantificar el riesgo.

El resultado es un mapa de procesos y actividades optimizado y el modelo de datos que requiere para su funcionamiento.

- Definición de los requerimientos de rendimiento, seguridad y control. Una vez que se conocen los procesos y actividades que realizará la función de gestión de riesgos, y se puede hacer una estimación del volumen de información que manejará, se está en disposición de hacer una primera estimación de las necesidades de capacidad de procesamiento que requiere la función. Además, al disponer de un modelo de datos relativamente avanzado y el mapa de procesos y actividades, se puede comenzar a definir los requerimientos de seguridad y control necesarios para evitar que haya puntos débiles en la estructura de sistemas.
- Análisis del impacto organizativo. Con toda la información generada hasta este punto, los responsables funcionales deben ser conscientes de los cambios que sufrirá la función de gestión de riesgos cuando se implante la nueva estructura de procesos. Se deberá realizar una especificación detallando el impacto que sufrirá la función, y los responsables funcionales deberán aceptar y aprobar la estructura de procesos.

## Diseño funcional

El objetivo de esta fase es crear un prototipo<sup>1</sup> que permita mostrar la estructura final de procesos que se ha elaborado y el aspecto de los sistemas que se implantarán en la entidad. Además, se continuará detallando el modelo de datos, mediante la identificación de las entradas y salidas que tendrán los sistemas y los flujos de información que se establecerán entre ellos.

En esta fase se deben definir las diferentes metodologías que se emplearán para calcular el riesgo al que está expuesto la entidad. Se deberá asegurar la coherencia entre todas ellas, de forma que se puedan agregar para obtener resultados globales. Es, en resumen, el momento en el que se definirán de forma exhaustiva los cálculos que se deberán realizar para obtener las medidas de riesgo que el comité de riesgos haya aprobado.

Es importante realizar todas las pruebas que se consideren necesarias y asegurar que las metodologías desarrolladas son ampliables, para medir el riesgo de los diferentes negocios en los que la entidad puede comenzar a operar en el futuro. En el caso de que no sean suficientemente generales o estén mal definidas, surgirán problemas que aumentarán a medida que evolucione el proyecto, de forma que su solución será mucho más difícil y costosa.

La elaboración del prototipo requiere una decisión importante, como es la selección de la metodología empleada para su creación. Se pueden crear dos clases de prototipos:

- Prototipos simples. Son aquellos que tienen un carácter puramente experimental, es decir, únicamente sirven para aprender y mostrar lo que podría ser el sistema final. Por regla general, son secuencias de pantallas que simulan el funcionamiento final del sistema. Su elaboración facilita el análisis de la información de entrada-salida que tendrá cada sistema, y las relaciones que se establecen entre ellos. Tienen la ventaja de que son más fáciles y baratos de realizar, y el inconveniente de que tras la aprobación del diseño funcional únicamente sirven como referencia para la elaboración del sistema final. Existen muchos productos en el mercado que facilitan la elaboración de estos prototipos, aunque hay que ser cauto en la selección para que el resultado se parezca lo máximo posible a lo que será el resultado final del desarrollo. Con este fin será conveniente trabajar con los estándares que el área de tecnología y sistemas haya definido para la entidad.
- Prototipos inteligentes<sup>2</sup>. En este caso el prototipo es parte del nuevo sistema, que irá creciendo y modificándose a medida que avance el diseño. Su elaboración es mucho más costosa y lenta, pero a cambio el trabajo realizado será válido para el futuro desarrollo del sistema.

La realización de uno u otro prototipo dependerá de la experiencia acumulada en la entidad, y de los resultados que se hayan obtenido en cada caso, por lo que no es aconsejable realizar ninguna recomendación general al respecto.

Al elaborar el prototipo se definen las pantallas e informes con las que trabajará el sistema, lo que hace necesario definir con mayor detalle la información de entrada y salida de cada

<sup>1</sup> El prototipo puede presentar aspectos finales muy diferentes. Se puede plantear un prototipo consistente en un conjunto de informes en papel y diagramas que muestren el flujo de la información en el sistema y el momento en el que va surgiendo cada uno de los informes anteriores. También se puede recurrir a la utilización de aplicaciones que facilitan la elaboración de prototipos informáticos.

<sup>2</sup> En el caso de que se esté observando la posibilidad de comprar un sistema para realizar las funciones que se desean implantar, es poco recomendable la elaboración de un prototipo de esta clase, ya que su costo es muy elevado, y como se explica en este mismo punto, sólo es interesante si se va a desarrollar el sistema.

proceso. Este trabajo se aprovechará para definir con mayor detalle el modelo de datos que se había elaborado en el diseño conceptual y la especificación de requerimientos del usuario.

Para finalizar con el diseño funcional se presentará el prototipo al usuario, con toda la documentación generada; posteriormente se realizarán las modificaciones necesarias hasta obtener la aprobación de los responsables funcionales.

### Evaluación del *hardware* y el *software*

Aunque el formato de la exposición exige una secuencialidad en la descripción de las fases, es necesario señalar que la selección del *hardware* y el *software* está íntimamente relacionada con el diseño técnico, de tal forma que es necesario disponer de una idea del *hardware* y el *software* que se desea utilizar para poder realizar el diseño técnico, pero la selección no se puede dar por concluida en tanto que el diseño técnico no asegure que se conseguirán los objetivos. Por tanto, esta fase, junto con la siguiente, presenta una importante componente de realimentación, que será necesario resolver de la forma más óptima posible.

La selección del *software* se realizará de forma que se cumplan los siguientes objetivos:

- Identificar, evaluar y recomendar las posibles combinaciones de *hardware* y *software* que podrán soportar los requerimientos del nuevo sistema. Para ello, se definirá la arquitectura técnica que mejor cumpla los requisitos establecidos hasta el momento. Posteriormente, se identificará el *hardware* y el *software* que mejor se acomoda a la arquitectura técnica, se solicitará información a los proveedores y se realizará la evaluación técnica. Tras la evaluación técnica se habrá reducido el grupo de sistemas susceptibles de ser elegidos. Para ellos se solicitarán ofertas y tras su análisis se tomará la decisión final.
- Se debe asegurar que el nuevo sistema cumple los estándares definidos por el área de tecnología y sistemas de la entidad, en lo referente a *hardware* y *software*.
- En caso de que se decidiera no utilizar ninguna de las arquitecturas definidas en los estándares de la entidad, se tomaría la más aproximada como referencia, y en caso de que esto no se pueda hacer se informará de la necesidad de crear un nuevo estándar para que contemple la situación.

### Diseño técnico

El objetivo es crear las especificaciones técnicas para poder realizar la implantación del sistema. En esta fase, la comunicación con el usuario es menos intensa, aunque es necesario comunicarle todas las modificaciones que se realicen en el diseño funcional por condicionantes técnicos.

En esta fase comienzan a adquirir una estructura informática las metodologías y la formulación matemática diseñada para la cuantificación de los riesgos. En este punto, se comienza a definir cómo se van a realizar los cálculos de forma real, para obtener los resultados finales.

El diseño técnico se podría realizar en las siguientes fases:

- Diseño de la arquitectura técnica. A partir del diseño funcional del sistema se comienza a diseñar la estructura final del *software* que se desarrollará. En este apartado se indicarán los procesos que se pueden realizar en modo *batch*, y los que se realizarán *on-line* y las relaciones que deben existir entre ellos, describiendo detalladamente las interfaces. En esta fase se describirán también los requerimientos de seguridad de cada proceso, las interfaces de usuario y se realizará un análisis de capacidad para compro-

bar si el *hardware* y el *software* que se habían seleccionado permitirán realizar los procesos que se acaban de definir.

- Diseño de la base de datos. En primer lugar se hará un diseño lógico de la base de datos, finalizando el modelo de datos que se comenzó a desarrollar en el diseño conceptual, verificando la consistencia del modelo de datos y generando el diseño de la base de datos lógica. Posteriormente se realizará un diseño físico de la base de datos, se hará un análisis de tráfico y se adecuará la base de datos lógica a criterios técnicos. Por último se realizará la documentación de la base de datos física.

La creación de la base de datos física se realizará en paralelo a las dos fases siguientes. Generalmente es necesario que se avance en ellas para poder tener una visión global del sistema, que permita obtener un diseño físico completo y coherente con la definición de los procesos que se proponen.

- Diseño de los módulos del sistema. En este caso, los procesos comienzan a modularizarse originando la estructura de programas que se va a desarrollar. Para cada uno de ellos se realizará una especificación que deberá contar con la siguiente información:
  - Descripción del módulo.
  - Diagrama de flujos.
  - Identificación de accesos a las bases de datos.
  - Entradas y salidas.
- Diseño de los procedimientos de rendimiento, seguridad y control. Antes de dar por finalizado el diseño técnico, se realizarán varias comprobaciones finales:
  - Control del rendimiento. En función de las necesidades de operatividad del negocio, del *hardware* seleccionado y de los programas planificados, se comprobará que el sistema proporciona el rendimiento que se espera. Se analizarán los accesos a los dispositivos de almacenamiento, los accesos al sistema de gestión de bases de datos, el número de transacciones que se espera realizar y los sistemas de comunicaciones, y se tratarán de encontrar los cuellos de botella.
  - Control de la seguridad. A partir de la documentación que se había generado hasta el momento, especificando las necesidades de seguridad, se comprobará que el diseño de la base de datos y los programas planificados cumplen con las especificaciones de seguridad, controlando las entradas y salidas de la información.
  - Control de integridad. Se comprobará que los diseños de la base de datos y de los programas cumplen los requisitos técnicos y de usuario exigidos, y son coherentes, es decir, las bases de datos contienen toda la información que requieren los programas para su funcionamiento y no se está almacenando información que no añada valor.

### Especificación de los requerimientos técnicos

Una de las últimas etapas, antes de comenzar con la fase de desarrollo del sistema es definir los procedimientos de carácter técnico que se observarán en la fase de desarrollo:

- Diseño de la estrategia de pruebas. Antes de comenzar con el desarrollo se definirán las pruebas a las que se deberá someter cualquier módulo antes de considerar que está listo para entrar en explotación. Se creará el entorno de pruebas.
- Diseño de la estrategia de conversión. Una vez que se dispone del modelo final de datos, y conocemos la información existente en la entidad que alimentará el sistema, se estará en condiciones de preparar la estrategia de conversiones y carga de datos.

## Planificación de la instalación del sistema

El objetivo de esta fase es planificar la ejecución de la siguiente, en la que se desarrollará el sistema. Se definirán las tareas, los grupos de trabajo responsables de cada una de ellas y se evaluará el coste de la implantación del sistema.

En esta fase es importante no olvidar la planificación de las fases de conversión de los datos y formación del personal.

Mediante técnicas de gestión de proyectos se analizará todo el proceso, encontrando la ruta crítica para gestionarlo convenientemente durante la ejecución.

## Revisión y aprobación

En este punto, el proceso de revisión adquiere una especial relevancia, y se debe realizar de forma exhaustiva, comprobando que se cumplen todas las especificaciones que se definieron para alcanzar los objetivos marcados por el comité de riesgos. Si es preciso, se modificarán las especificaciones conceptual y funcional, informando a los responsables funcionales y al resto de unidades que colaboraron en su realización. El objetivo que se persigue es eliminar o al menos minimizar los errores, porque a partir de este instante será mucho más difícil y costosa su resolución.

Finalmente se prepara el informe para el comité ejecutivo y se le presentará el proyecto, haciendo especial hincapié en las funcionalidades finales que proporcionará el sistema, la responsabilidad de cada una de las áreas durante las fases de desarrollo y explotación y el costo final estimado que tendrá el proyecto.

Se realizarán las modificaciones que soliciten hasta obtener la aprobación final, para comenzar posteriormente el desarrollo.

## DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS

En esta fase se pasará de los diseños realizados hasta el momento a los programas, datos convertidos y procedimientos necesarios para que el sistema entre en funcionamiento. Para ejecutar esta fase es preciso obtener el compromiso del usuario de que no modificará los diseños aprobados hasta el momento, ya que esto encarecería y prolongaría la duración del proyecto.

En la fase de desarrollo del sistema se deben realizar las siguientes tareas:

- Organización de la fase de desarrollo. En esta fase se prepara la ejecución del proyecto de desarrollo del sistema. Se tomará como base para comenzar a trabajar la planificación realizada al final de la fase anterior y a partir de ella se definirán los siguientes aspectos:
  - Estructura organizativa del proyecto. Se indicarán las personas involucradas en el proyecto, delimitando sus responsabilidades y el grado de participación.
  - Organización de los equipos de trabajo. Se seleccionarán los equipos que realizarán cada una de las tareas, observando que tienen la formación necesaria para realizar el trabajo que se les encomienda.
  - Estándares del proyecto. Se definirán los estándares que se deberán observar durante el desarrollo del proyecto, en especial los relacionados con la codificación y documentación de los programas.

- Instalación del *hardware* y el *software* de base del proyecto. Se implantará la arquitectura que se diseñó durante las fases de diseño, de forma que esté todo preparado para comenzar el desarrollo.
- Diseño detallado y programación. A partir de las especificaciones de programa que se realizaron en el diseño técnico se realizará el diseño detallado de cada uno de los programas. Con estos diseños detallados se pasará a su codificación y documentación, que dará como resultado los programas finales. Estos programas se someterán a pruebas unitarias, de acuerdo con el plan de pruebas que se diseñó previamente.
- Conversión de los datos. Se cargarán los datos existentes para poner en funcionamiento el sistema. Este proceso se debe realizar con mucho cuidado, validando que los procedimientos que se establecen para la captura, conversión e introducción de los datos son correctos y no alteran la información.
- Preparación del plan de formación de los usuarios. Con el sistema casi concluido se comienza a preparar el plan de formación para los usuarios de todos los niveles, de forma que cuando el sistema entre en explotación todos conozcan perfectamente su funcionalidad y cómo afecta a las funciones que cada uno desempeña.
- Soporte a la instalación. Finalmente se instalará y pondrá a funcionar el sistema. Se solventarán todos los problemas que surjan durante el proceso y se realizarán pruebas de funcionamiento integrado. El usuario volverá a tener un papel relevante, tomando el primer contacto con el sistema y realizando por primera vez los procedimientos definidos en fases anteriores.
- Aprobación del sistema. Con los informes elaborados en la fase anterior, acerca del funcionamiento correcto de todos los módulos, y la aprobación de todos los responsables funcionales de la parte que les corresponde, se prepara la documentación para solicitar al comité de riesgos la aprobación final del sistema.
- Puesta en explotación del sistema. Por último se pondrá en explotación el sistema. En esta fase es importante identificar explícitamente las responsabilidades de cada área, de forma que posteriormente no surjan entre ellas problemas de coordinación que dificulten la implantación de la estrategia de gestión de riesgos.

## SELECCIÓN, INTEGRACIÓN E IMPLANTACIÓN DE APLICACIONES

En determinadas ocasiones puede existir algún sistema que se esté comercializando y que cubra parte de la funcionalidad que se requiere para el sistema de gestión y control de riesgos. En estos casos las entidades deben analizar si les conviene más comprar dicho sistema o realizar un desarrollo interno. Los criterios con que se realizará el análisis para tomar la decisión se exponen en el siguiente apartado.

Aquí discutiremos en qué fases del proyecto, descritas en los apartados anteriores, se debe analizar la conveniencia de comprar un sistema externo, y suponiendo que se decida comprarlo, cómo se debe realizar la implantación e integración del mismo en el sistema de gestión y control de riesgos para que el resultado final sea óptimo.

El momento en que se debe comenzar la selección es mientras se está realizando el diseño funcional. Tras disponer de los requerimientos de usuario claramente especificados, se está en condiciones de analizar si alguno de los sistemas que se comercializan en el mercado cubre parte o toda la funcionalidad requerida y su precio hace aconsejable no correr con los riesgos de abordar un futuro desarrollo.

Tras comprobar que funcionalmente cumple los requisitos exigidos, se esperará a disponer del diseño técnico para comprobar que cumple todos los requisitos de rendimiento,

seguridad y control impuestos en el proyecto, y se diseñarán las interfaces con el resto de sistemas que necesiten tomar información de él, y las interfaces para que proporcione información a otros sistemas. Este es el momento en el que se analizará detenidamente el modelo de datos del sistema, de forma que la información que maneja sea completa y no se duplique en otros lugares. Si finalmente cumple todos los requisitos exigibles, se procederá a su implantación durante la fase de desarrollo del sistema, sufriendo las modificaciones y parametrizaciones necesarias para que se integre con el resto de módulos.

Cuando se realicen las pruebas del sistema general la aplicación adquirida debe estar completamente instalada, para que sea objeto del proceso de pruebas integradas. Es importante recomendar que la formalización de la compra se debe intentar aplazar hasta que se haya realizado el proceso de pruebas, y se esté totalmente seguro de que el sistema cumple todas las expectativas que el fabricante pronosticó.

### **Puntos críticos**

Cuando una entidad se decide a abordar un proyecto como el descrito en los apartados anteriores, tendrá que analizar y tomar decisiones sobre diferentes puntos críticos que van a condicionar el desarrollo del proyecto. A continuación se exponen y analizan los principales puntos críticos que se suelen plantear en un proyecto de estas características:

- ¿Qué sistemas se desarrollan internamente y cuáles se compran?
- Si se compran sistemas, ¿qué factores se deben tener en cuenta en el proceso de selección?
- ¿Se mantiene la plataforma existente o se aprovecha la oportunidad del proyecto para cambiar de plataforma informática?
- ¿Qué arquitectura técnica es más conveniente?
- ¿Qué controles operativos deben estar implícitos en la estructura de sistemas de gestión de riesgos?
- Selección del entorno en el que se realizará el desarrollo del sistema de gestión de riesgos.

### **¿QUÉ SISTEMAS SE DESARROLLAN INTERNAMENTE Y CUÁLES SE COMPRAN?**

Es una cuestión que se planteará en el momento de afrontar la implantación de cada uno de los subsistemas que se necesitan para soportar la estrategia de gestión de riesgos en la entidad. A continuación se exponen los principales factores que deben tomarse en cuenta a la hora de tomar la decisión.

#### **Definición de los objetivos que se pretenden cubrir**

Antes de comenzar a estudiar si conviene comprar algún producto o desarrollarlo internamente, es preciso conocer perfectamente qué es lo que se pretende conseguir con la implantación del sistema, para lo cual es importante aclarar los siguientes aspectos:

- Funcionalidades que deberá soportar. Es necesario conocer perfectamente la función que desempeña dentro de la estrategia de gestión de riesgos que se pretende implantar,

qué información toma como entrada, qué procesos debe realizar con ella y qué información se debe generar.

- Metodologías que se pretende implantar. Las metodologías que se empleen para realizar las distintas funciones son determinantes para conocer la información que deberá tomar el sistema, la capacidad de procesamiento que se requiere y la capacidad de almacenamiento que se deberá emplear.
- Fuentes de las que se tomarán datos. Es importante conocer las características de las fuentes de información del sistema: los formatos de los datos, las características técnicas de las aplicaciones que almacenan la información, la forma en que se podrá acceder a ellos, etc.
- Subsistemas a los que proporcionará información. También es conveniente conocer los sistemas a los que se va a proporcionar información, que formatos de datos manejan, características de almacenaje de datos, forma de acceder a ellos, etc.
- Prever si necesitará ser ampliado o modificado con regularidad. Es necesario conocer si el problema que se desea resolver cambia sus especificaciones periódicamente. Ejemplos típicos podrían ser las apariciones de nuevos productos, nuevas formas de pago, etc.
- Arquitectura técnica del entorno donde se desea implantar. Otro dato importante es la arquitectura de sistemas empleada en el entorno donde se pretende implantar el sistema.

### **Análisis de las aplicaciones instaladas en la entidad**

Una vez que están claros los objetivos, es necesario asegurarse de que las aplicaciones ya disponibles no soportan la funcionalidad que se intenta implantar, aunque no se esté utilizando. No se deben olvidar las siguientes validaciones:

- Comprobar que no existe ningún sistema en la entidad que proporcione la funcionalidad requerida y no se esté empleando en la actualidad. Puede ocurrir que se adquirió un sistema que dispone de la funcionalidad que se pretende implantar y que no llegó a ponerse en marcha, porque no se planteó su necesidad en aquel momento.
- Verificar que no existen nuevas versiones. Es posible que hayan aparecido nuevas versiones que soporten la funcionalidad, o que ya estén en desarrollo por parte del fabricante.
- En caso de que una nueva versión disponga de la funcionalidad, o este previsto que la tenga en breve, realizar un análisis exhaustivo, para comprobar que lo que ofrece es realmente lo que se necesita. Hay que tener especial cuidado en el caso de que aún no se haya desarrollado la funcionalidad, ya que el fabricante puede asegurar que va a ofrecer lo que se necesita y al final no sea así.

### **Análisis de los productos existentes en el mercado**

En este análisis se debe comprobar qué sistemas, de entre los que se pueden encontrar en el mercado, cumplen las especificaciones de funcionalidad que se definieron previamente y además, encajan adecuadamente en la arquitectura de sistemas de la entidad.

El siguiente apartado se dedica a analizar esta etapa con mayor detenimiento.

## Análisis del costo e implicaciones del desarrollo interno

El desarrollo interno de los diferentes subsistemas es un proceso arriesgado, por las dificultades que aparecen durante el desarrollo de cualquier aplicación informática y sobre todo por la complejidad de las metodologías utilizadas para la gestión de riesgos. Por tanto, antes de decidimos por esta opción sería conveniente tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Análisis con profundidad de los objetivos que se pretenden cubrir con el sistema. Es necesario conocer con la mayor precisión posible la funcionalidad que proporcionará el subsistema, de forma que se pueda realizar una valoración de las principales dificultades que presentará su desarrollo.
- Análisis de los riesgos que se asumen al optar por un desarrollo interno. La realización de un desarrollo interno es un proceso complicado, en el que existe el riesgo de no cumplir los objetivos de plazos, presupuestos y calidad marcados para el proyecto. Se debe valorar la posibilidad de no cumplir los objetivos y el impacto que tendría en el proyecto de implantación de la estrategia de gestión de riesgos.
- Análisis de las metodologías que se utilizarán. En el caso de que se opte por un desarrollo interno se deberán implantar las metodologías que se hayan definido previamente, lo que puede resultar bastante complicado. En general, las metodologías que se utilizan para la valoración de los riesgos a los que está sometida una entidad son bastante complejas y precisan conocimientos matemáticos superiores. Además, puede ocurrir que los modelos matemáticos desarrollados no proporcionen los resultados esperados y sea necesario generar otros nuevos que aporten mejores soluciones.
- Personal disponible para el desarrollo del proyecto. La constitución del equipo que desarrollará el proyecto debe ser muy cuidadosa. El equipo debe incluir personas capaces de desarrollar los modelos matemáticos que se utilizan para la valoración de los riesgos, así como de analizar si los resultados que se obtienen son los deseados. Además, los analistas y programadores deberán ser capaces de trabajar con especificaciones matemáticas avanzadas.
- Personal disponible para la explotación del sistema. Tras el desarrollo del subsistema será necesario contar con un equipo que mantenga y explote el subsistema, que por regla general deberá ser más numeroso que si se hubiera comprado una aplicación. Además será necesario que en el equipo haya personas que continúen validando la exactitud de los resultados, y que propongan soluciones para los problemas que surjan con los modelos y las metodologías.
- Desarrollo interno o externo. Otra cuestión importante es si el desarrollo de *software* lo realiza un equipo externo al área que lo explotará, o se añadirá un equipo que pase a formar parte del departamento. Existen varias alternativas:
  - a) Equipo con personal del área. Esta puede ser una buena opción, ya que al formar parte del departamento conocen el entorno en el que deberá funcionar el subsistema, lo que aumentará las posibilidades de que el proyecto tenga éxito.
  - b) Equipo incluido en el área con personal externo. La ventaja que había en el caso anterior continua estando en vigor, aunque si el personal es externo a la entidad existe el problema de que el conocimiento y la experiencia del departamento pueden salir fuera de la entidad.
  - c) Equipo de la entidad externo al área. En este caso, que se puede dar cuando el proyecto se encarga a otro departamento de la entidad, responsable de los nuevos desarrollos, el problema que puede aparecer es que el equipo que realice el desarrollo esté constituido por especialistas en desarrollo de sistemas, poco familiarizados con

las materias propias del departamento, lo que dificultará que el proyecto llegue a buen término.

d) Equipo externo al área y a la entidad. En este caso, al problema planteado en el punto anterior se une el hecho de que el conocimiento y la experiencia del proyecto están totalmente fuera del departamento y de la entidad.

### **Metodología empleada en el desarrollo del subsistema**

De entre todas las formas posibles de abordar el desarrollo de una aplicación, quizás la más acertada para esta situación sea el desarrollo incremental de prototipos, que permite obtener los primeros resultados en poco tiempo, para posteriormente ir añadiendo funcionalidades y mejorando las existentes. Esto plantea el problema de que los plazos y por tanto los costos se pueden disparar, aunque la probabilidad de que el resultado final sea aceptable es mucho mayor que en el caso de que se pretenda realizar un desarrollo clásico de sistemas, en el que las especificaciones son tan rígidas que no se pueden realizar modificaciones de alcance a medida que van surgiendo los problemas.

### **Toma de la decisión: ¿desarrollo interno o compra de sistema?**

Tras realizar un análisis de los puntos que se han planteado anteriormente, se estará en disposición de tomar una decisión. Aunque cada caso es diferente, las dos alternativas presentan ventajas e inconvenientes:

- Los desarrollos internos en materia de gestión y control de riesgos suelen ser arriesgados, por la relativa novedad de la materia y su complejidad. No obstante, si se asumen los riesgos, permiten adaptarse mucho mejor a las necesidades de la entidad y no generan ninguna dependencia externa. Además, el simple hecho de abordar el diseño, incrementará considerablemente el conocimiento sobre el tema en la entidad.
- La compra de un sistema permite resolver el problema en menor tiempo y causando menos trastornos en la entidad, siempre y cuando se haya realizado un análisis previo riguroso. Por el contrario genera dependencias externas y es una alternativa más rígida a la hora de adaptarse a las necesidades de la entidad.

En caso de que se decida realizar un desarrollo interno, no se debe desestimar la posibilidad de comprar la licencia de uso de algún sistema durante un período de tiempo que permita realizar el desarrollo interno. De esta forma se consigue que el sistema final sea un desarrollo interno, y se eliminan algunos de los riesgos que pueden surgir. Mientras se realiza el desarrollo la entidad dispondrá de un sistema que proporcione las medidas de riesgo requeridas por la estrategia de gestión de riesgos, y en caso de que se retrasase la entrega del desarrollo, siempre se podría ampliar el contrato de utilización del sistema.

### **SI SE COMPRAN SISTEMAS, ¿QUÉ FACTORES SE DEBEN TENER EN CUENTA EN EL PROCESO DE SELECCIÓN?**

El proceso de análisis de un sistema para estudiar si es conveniente comprarlo o desestimarlo se debe realizar con mucho cuidado, tratando de evitar sorpresas desagradables que impidan la implantación de la estrategia de gestión de riesgos en los plazos convenidos.

Los factores que, como mínimo, se deben tener en cuenta, son los siguientes:

### Funcionalidad proporcionada por el subsistema

El primer requisito que se deberá comprobar es que el subsistema proporcione realmente la funcionalidad que se le exige, en las condiciones en que se va a realizar la implantación en la entidad. Para ello se deberán validar los siguientes puntos:

- Comprobar que el *software* que se desea comprar, puede trabajar con todos los productos con los que opera la entidad. Es decir, el sistema debe dar una solución completa a la entidad, de forma que no requiera de otros sistemas para soportar la funcionalidad que desea cubrir. Además, es exigible que el sistema permita la introducción de combinaciones de instrumentos (carteras equivalentes a un producto) y trabaje con ellas como si de un único producto se tratara. Esto permitirá la utilización de réplicas de instrumentos hasta que llegue la ampliación del sistema que permite su tratamiento.
- Comprobar que el producto que se desea comprar proporciona las medidas de riesgo que se desean utilizar en el proyecto. Es necesario comprobar que el sistema proporciona las medidas de riesgo que se normalizaron en la definición de la estrategia de gestión de riesgos. Las aplicaciones utilizadas para la gestión de riesgos pueden ofrecer distintas medidas de riesgo: valor en riesgo, capital en riesgo, RORAC, etc. Por tanto, es necesario comprobar que el sistema genera las medidas de riesgo que se definieron, o podemos obtenerlas con relativa sencillez.
- Examinar exhaustivamente que la metodología que se utiliza para realizar los cálculos es la que indica el fabricante. En algunas ocasiones, los sistemas informáticos pueden incluir versiones propias de las metodologías que más se emplean en el mercado, de forma que los resultados no coincidan exactamente con los que cabría esperar.
- Comprobar que el sistema podrá funcionar y proporcionar la funcionalidad que se le exige con los datos disponibles en la entidad. Puede ocurrir que el sistema proporcione todas las funcionalidades que se le exigen, pero que necesite datos que la entidad no está en disposición de proporcionar.

En segundo lugar habrá que comprobar que los resultados ofrecidos por el subsistema son homogéneos con el resto de medidas de riesgo que se manejan, de forma que se puedan agregar con ellas para obtener el mapa global de riesgos de la entidad. Por consiguiente, habrá que verificar que los resultados que genera se pueden parametrizar con facilidad, para que en el caso de que se decida modificar un criterio de cálculo de las medidas de riesgo de toda la entidad, el sistema lo admita sin dificultad. Ejemplos típicos pueden ser el número de volatilidades empleado para obtener las medidas de riesgo, o el número de valoraciones realizado en una simulación de Monte Carlo, etc.

### Características técnicas

Además de comprobar que funcionalmente cumple con los requisitos exigidos, habrá que analizar sus características técnicas, para estar seguros de que también se ajusta a la política de sistemas de la entidad:

- Sistemas operativos en los que se comercializa. Habrá que comprobar los sistemas operativos en que se comercializa la aplicación, y verificar que son fiables y existe personal en la compañía que conoce su explotación.
- *Hardware*. Por regla general, los sistemas operativos son suministrados por los fabricantes de *hardware*, aunque en otros casos que el fabricante únicamente suministra *software*. En cualquiera de los dos casos, habrá que comprobar las combinaciones *hardware*–sistema operativo recomendadas por el fabricante de la aplicación, para obtener medidas de rendimiento. Además, se comprobará que en la política de sistemas de la entidad no se imponen limitaciones para trabajar con los fabricantes de *hardware* recomendados.
- Almacenamiento de la información. Otro factor a tener en cuenta es la forma en que se almacena la información. La mayoría de las aplicaciones trabajan sobre algún sistema de gestión de bases de datos (SGBD) y algunas soportan varios de los más usuales del mercado. Otras aplicaciones, en cambio, trabajan sobre ficheros de almacenamiento propios, de forma que no se puede conocer el modelo de datos sobre el que trabajan.

En general, son más recomendables los sistemas que utilizan SGBD, ya que permiten el acceso a sus modelos de datos con relativa facilidad, lo que facilitará la realización de interfaces con otros subsistemas.

Los sistemas que utilizan ficheros de almacenamiento propios suelen ofrecer mejores prestaciones en cuanto a tiempos de ejecución, pero a cambio aumentan considerablemente los tiempos de acceso para realizar consultas, y habrá que pagar el precio de no tener acceso a su modelo de datos, lo que incrementa la dependencia del fabricante.

- Introducción de datos. La introducción de datos es otro de los factores que se deberá valorar a la hora de evaluar un producto. Por regla general, estas aplicaciones necesitan datos muy diversos, que han de tomar de otros sistemas, por lo que todas las ayudas que se proporcionen para realizar esta tarea facilitarán considerablemente sus implantaciones.

Algunas de las aplicaciones que se pueden encontrar en el mercado disponen de módulos, cuya única finalidad es realizar la carga de la información, a partir de cualquier base de datos o fichero. Otras, en cambio, dejan que sea el usuario quien gestione la carga de la información, dejándola en un fichero con un formato predefinido, o en una determinada tabla de la base de datos.

Este aspecto se debe tener muy en cuenta a la hora de realizar la selección final, ya que, sin duda, será uno de los puntos críticos de la implantación del subsistema.

- Accesibilidad de la información desde otros sistemas. Como ya se vio en el modelo de sistemas para la implantación de una estrategia de gestión de riesgos, prácticamente todos los subsistemas involucrados toman información de otros subsistemas y proporcionan información a otros. Por tanto, otro aspecto a valorar es la facilidad con la que se pueda extraer información del subsistema.

Anteriormente se vio que el hecho de que el subsistema trabaje sobre alguna base de datos estándar facilita el acceso al modelo de datos utilizado. Esta es la accesibilidad mínima que el subsistema debe proporcionar, aunque es muy recomendable disponer de algún módulo que permitiera la extracción selectiva de datos en diferentes formatos, ya sea mediante la utilización de ficheros o de procesos servidores de datos.

- Interfaz de usuario. Es otra de las características del sistema que no se puede dejar de tener en cuenta. Se debe examinar con atención, tratando de estimar la dificultad que percibirán los usuarios para explotar las funcionalidades de la aplicación.

- Modularidad. Es recomendable que tenga una arquitectura modularizada, de forma que sea fácil elegir las funcionalidades que se desean implantar. Además, esta arquitectura facilitará la inclusión de nuevos módulos que proporcionen funcionalidades específicas requeridas por los usuarios o por la estrategia de gestión de riesgos y no contempladas por el subsistema.

En el caso de que el subsistema permita el desarrollo de nuevos módulos que incrementen su funcionalidad, se deberán analizar las herramientas que proporciona para facilitar los desarrollos, el lenguaje de programación que utiliza, la forma en que se almacenan los datos, etc. En este aspecto, es también interesante conocer si ofrecen la propiedad del código fuente o no.

- Seguridad. La aplicación debe cumplir con los estándares de seguridad impuestos para el proyecto. Debe existir control de acceso para los usuarios, diferentes niveles de acceso para grupos de usuarios, mecanismos de recuperación de errores, etc.
- Documentación. Como cualquier otro sistema informático, interesa que tenga una buena documentación técnica, que incluya la guía de instalación, la guía de errores, el manual de explotación, etc.
- Servicio técnico. Es más interesante que el sistema tenga servicio técnico en el país donde se pretende realizar la implantación, de forma que la atención que se reciba, en caso de que surjan problemas, sea inmediata.

### Factores a tener en cuenta para su implantación

Tras un primer análisis de las aplicaciones que pueden ofrecer la funcionalidad que se requiere, se descubrirá que existen dos grupos claramente diferenciados:

- Aplicaciones cerradas. En este grupo se engloban todas aquellas aplicaciones que tienen un conjunto de funcionalidades que no se puede ampliar, a menos que el fabricante lo haga en versiones posteriores, pero que son parametrizables. Siguen la definición clásica de sistema: caja negra, con varias entradas y salidas, que se puede parametrizar mediante los valores asignados a un conjunto de variables de estado.
- Conjunto de librerías con funciones utilizadas en la gestión de riesgos. Este grupo se caracteriza porque los productos que en él encontramos no son aplicaciones que resuelvan determinados problemas, sino conjuntos de funciones complejas, que se pueden utilizar como las piezas de un *puzzle* para construir una aplicación a medida que resuelva las necesidades concretas de la entidad. Los fabricantes de este grupo suelen tener convenios con empresas de consultoría que proporcionan desarrollos específicos para cada entidad.

La decisión de seleccionar una aplicación de uno u otro grupo dependerá del deseo de personalizar la aplicación a las necesidades de la entidad, el plazo de puesta en servicio de la aplicación, el presupuesto que se haya asignado, la formación de los usuarios encargados del desarrollo del sistema, etc. En general, comprar un subsistema del segundo grupo implica casi siempre la realización de un desarrollo propio con consultores externos, aunque con plazos y presupuestos inferiores al caso en que se pretendiera desarrollar el subsistema partiendo de cero.

## Relación con el fabricante

La compra de una aplicación y su inclusión en la estructura de sistemas de la entidad, hace que sea necesario analizar detenidamente al fabricante, para asegurarse de que podrá dar soporte técnico y mantener la aplicación actualizada durante la vida del proyecto. Por este motivo, es de utilidad realizar las siguientes validaciones:

- Comprobar que es una compañía sólida, con expectativas de futuro y sin problemas financieros. Se valorará el hecho de que lleve años trabajando en el sector, proporcionando sistemas y su comportamiento haya resultado serio y correcto.
- Comprobar que ya se ha implantado en otras entidades. El ser la primera entidad en la que se realiza la implantación conlleva riesgos muy importantes, ya que no existen pruebas de que la aplicación funcione correctamente.
- Se deberá obtener el compromiso del fabricante para que los modelos de datos de las nuevas versiones que vayan apareciendo sean compatibles con los modelos de datos de versiones anteriores. El sistema mantendrá interfaces con muchos otros sistemas de la entidad y es necesario asegurar que la puesta en explotación de las nuevas versiones no se verá retrasada por la necesidad de rehacer demasiadas interfaces.
- En la formalización del contrato de compra se deberá asegurar que el fabricante mantendrá actualizado el sistema, de forma que siempre considere todos los productos con los que la entidad opera regularmente, o decide incluir en su cartera de productos. Se asignarán unos plazos máximos para que el fabricante soporte la introducción de nuevos productos en el sistema, de forma que la entidad no tenga que retrasar la utilización de un nuevo producto más tiempo del mercado en este contrato.
- Durante la negociación se debe observar la posibilidad de que el fabricante quiebre o abandone la actividad y, por tanto, es necesario establecer mecanismos para que el código fuente pase a ser propiedad de la entidad, de forma que al menos se pueda mantener actualizada.

## ¿SE MANTIENE LA PLATAFORMA EXISTENTE O SE APROVECHA LA OPORTUNIDAD DEL PROYECTO PARA CAMBIAR DE PLATAFORMA?

Algunos de los motivos por los que se puede plantear un cambio de plataforma informática son los siguientes:

- El subsistema que mejor se ajusta a las especificaciones funcionales requeridas no está disponible en la plataforma que se utiliza en el departamento o área en el que se pretende implantar.
- La plataforma con la que se trabaja en la actualidad comienza a estar anticuada y aunque el subsistema que se pretende adquirir está disponible en esta plataforma, el fabricante advierte que en un plazo determinado dejará de dar soporte y no lanzará nuevas versiones para ella.
- La plataforma está anticuada y aunque no se da ninguna de las dos circunstancias anteriores, la implantación de un nuevo sistema en el departamento puede ser una buena ocasión para migrar a un nuevo entorno.

Un cambio de plataforma es un proceso bastante delicado, con múltiples implicaciones, por lo que antes de ejecutarlo es aconsejable asegurarse de que es absolutamente necesario, o que las ventajas que se obtendrán son claramente superiores a los inconvenientes que se pueden plantear durante la migración. Por tanto, antes de tomar una decisión es recomendable haber realizado las siguientes validaciones:

- Se debe estar completamente seguro de que la plataforma a la que se desea migrar funciona correctamente. Para esto, es recomendable no tener en cuenta el hecho de que otras entidades ya realizaron la migración, o las promesas del fabricante. Es más oportuno que se disponga de un análisis propio, en el que el nuevo entorno se haya sometido a pruebas de estrés durante un cierto período; además, antes de lanzar un proyecto de esta índole se debe realizar una instalación piloto y explotarla durante algún tiempo.
- Además de comprobar que el *hardware* y el sistema operativo funcionan correctamente, se debe comprobar que también lo hacen todos los sistemas y aplicaciones que se utilizan. Se debe prestar especial atención a los sistemas de gestión de bases de datos (SGBD), a los sistemas de comunicaciones y a las aplicaciones específicas con las que se está trabajando.
- Otro aspecto importante, es que el nuevo entorno sea una solución de futuro, de forma que se disponga de una cierta seguridad de que en los próximos años no habrá problemas con los suministradores, por tratarse de una plataforma anticuada.

Una de las implicaciones, que no se debe olvidar, antes de plantearse un cambio de plataforma, es el impacto que tendrá sobre los usuarios finales de las aplicaciones. Aunque no forma parte de las consideraciones técnicas que se barajan en estas situaciones, es importante analizar cómo afectará al trabajo realizado por los usuarios, de forma que se pueda introducir un plan de formación que facilite la adaptación al nuevo entorno.

Tras haber analizado detenidamente las ventajas e inconvenientes del cambio de plataforma se estará en disposición de tomar una decisión. Se pueden dar los siguientes casos:

- Las pruebas a las que se sometió la nueva plataforma no dieron los resultados esperados, por lo que no se está en disposición de realizar el cambio, ni tan siquiera es planteable comprar un subsistema que trabaje sobre esta plataforma. En este caso habría que volver a realizar la selección del subsistema que se pretende emplear, desestimando todos aquellos que trabajen únicamente sobre la plataforma que se analizó.
- Los resultados obtenidos en el análisis de la plataforma fueron positivos y se decide instalar el nuevo subsistema sobre esta plataforma, aunque no se tocará el resto de aplicaciones con las que se trabaja en el departamento o área donde se realizará la implantación. En este caso convivirán dos plataformas durante un tiempo, en principio sin definir. Esto tiene el inconveniente de que aumentará la complejidad del trabajo, pero a cambio se podrá disponer de experiencia real en la explotación de la nueva plataforma y además los usuarios dispondrán de más tiempo para conocer el nuevo entorno, mientras continúan trabajando con el que ya conocen.
- Los resultados fueron positivos y se decide migrar todos los sistemas a la nueva plataforma. Esta solución es más arriesgada que la anterior y es fácil que se puedan alargar los plazos de ejecución del proyecto y que se tengan problemas con la adaptación de los usuarios al nuevo entorno.

Es preciso tener mucho cuidado con el análisis que se realiza de las nuevas plataformas. Es muy conveniente hablar con los proveedores de los SGBD, de los sistemas de comunicaciones y de las aplicaciones, para que nos informen sobre las experiencias que han acumulado en otras implantaciones en las que se utilizaban los mismos productos y versiones que se pretende instalar.

Por último, en caso de que se decida finalmente cambiar la plataforma, es aconsejable ser conservador y utilizar el segundo de los escenarios que se mostraron anteriormente. Si los resultados son aceptables siempre se podrá realizar la migración de todos los sistemas a la nueva plataforma.

## ¿QUÉ ARQUITECTURA TÉCNICA ES MÁS CONVENIENTE?

Es imposible definir la arquitectura técnica que resulta conveniente para todas las situaciones, ya que como se mostrará posteriormente, los factores que condicionan la selección de una arquitectura son múltiples y muy dependientes de la entidad. Por tanto, el objetivo de este apartado será indicar los factores que se deberán tener en cuenta y las decisiones más importantes que se deberán tomar.

- Estrategia corporativa de *hardware–software*. El área de tecnología y sistemas tendrá una estrategia a la que se deberá adaptar la arquitectura que se desee utilizar. En caso de que fuera imposible la adaptación, sería conveniente negociar con ellos la arquitectura más conveniente, intentando que quede incluida en la estrategia.
- Tipo de actividades y procesos. La mayoría de los sistemas empleados para la gestión de riesgos realizan cálculos muy intensivos que consumen gran cantidad de tiempo; este dato, junto con el volumen de información que se procese habitualmente, determinarán la capacidad de procesamiento requerido para la obtención de resultados en los plazos previstos.
- Frecuencia de procesamiento. Junto con el factor anterior, determinará varias de las características de la arquitectura, como pueden ser la capacidad de almacenamiento requerida, capacidad de procesamiento, características de los canales por los que se transfiere la información, etc.
- Ubicación de los diferentes procesos. Es uno de los factores más decisivos para la elección del tipo de arquitectura, centralizada o distribuida<sup>3</sup>, que se desea implantar. La selección de una arquitectura centralizada o distribuida tiene importantes consecuencias que afectarán a casi todas las variables que se manejan al caracterizar el sistema que se trata de implantar.

A continuación se indican las principales ventajas e inconvenientes que presenta una arquitectura distribuida frente a una arquitectura centralizada.

<sup>3</sup> La implantación de una arquitectura centralizada supone que existe un único centro de procesamiento al que llega toda la información relevante, para ser procesada y almacenada. Las arquitecturas distribuidas se caracterizan por disponer de varios centros de procesamiento y de procedimientos establecidos que facilitan la acumulación de la información para obtener los estados agregados que se consideren necesarios.

### Ventajas

- **Autonomía local.** Permitirá que las personas que mejor conocen los procesos y la información de cada área sean los responsables de su procesamiento. Además, puede ocurrir que la descentralización sea física (por ejemplo, centros de negocio en distintos países con distintos horarios), en cuyo caso el procesamiento distribuido es mucho más barato y eficiente.
- **Aumento del rendimiento.** El hecho de que las personas que manejan los datos sean los responsables de la ejecución del proceso eliminará muchos procedimientos para resolver los problemas que surgen, ya que las decisiones se toman inmediatamente.
- **Aumento de la disponibilidad y fiabilidad.** El hecho de que los procesos sean distribuidos, hace que sea prácticamente imposible que el sistema de gestión de riesgos deje de dar servicio en su totalidad, ya que aunque alguno de sus módulos fallara, el resto podría continuar funcionando.
- **Ventajas económicas.** Por regla general es más barato trabajar con maquinas pequeñas que en conjunto realicen una tarea, que comprar una sola máquina que tenga la potencia suficiente para realizar los mismos cálculos.
- **Crecimiento.** En caso de que se necesite más potencia de procesamiento siempre es mejor añadir más maquinas, o incrementar la potencia allí donde se necesita, que el cambio de máquina en una arquitectura centralizada. No obstante, hay que recordar que en el caso de los sistemas distribuidos la potencia total del conjunto no es proporcional a la suma de las potencias de todos sus componentes. La razón radica en la sobrecarga que introducen las comunicaciones.

### Inconvenientes

- **Metodologías.** Los cálculos realizados en la gestión de riesgos requieren la utilización de información agregada, por lo que aunque se realicen cálculos distribuidos para obtener medidas parciales, siempre será necesario disponer de una base de datos centralizada para calcular las medidas globales de riesgo y rentabilidad.
- **Complejidad.** Siempre es más complejo mantener un conjunto de computadoras, aunque estos no sean demasiado complejos, que una sola máquina.
- **Comunicaciones.** Los sistemas de comunicaciones son más complejos y caros si se desea realizar procesamiento distribuido que cuando se realiza procesamiento centralizado.
- **Distribución del control.** Existen más problemas de sincronización y coordinación en los sistemas distribuidos que en los centralizados.
- **Seguridad.** La seguridad en los sistemas distribuidos es más difícil de gestionar que en los sistemas centralizados. Es consecuencia directa del aumento de la complejidad que supone la gestión de varias máquinas.
- **Otros factores técnicos.** Como pueden ser el tipo de interfaces de usuario utilizadas, los procesos de validación requeridos, etc.

El análisis y la consideración de los factores anteriores deben permitir la selección de una arquitectura técnica en la que se deberán definir como mínimo los siguientes aspectos:

- Tipo de *hardware*.
- Los sistemas operativos que se emplearán.
- El sistema de gestión de bases de datos.

- Sistemas de comunicaciones.
- Sistemas de control *on-line*.

La selección de una u otra arquitectura tendrá un impacto decisivo en los rendimientos que se obtendrán. Es aconsejable por tanto realizar pruebas de rendimiento y definir con el mayor grado de detalle las características técnicas de los procesadores, memoria requerida, configuración de los distintos elementos, etc.

## REQUISITOS DE PROCESAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LAS DIFERENTES METODOLOGÍAS

La implantación de una estrategia de gestión de riesgos implica la utilización de complejas metodologías matemáticas que permiten realizar medidas de los riesgos a los que se expone la entidad en su actividad. La metodología empleada en cada una de las áreas dependerá del tipo de actividad que se realiza en ella, y definirá la capacidad de almacenamiento y la potencia de procesamiento que se requiere.

El objetivo de este apartado es un análisis comparativo de las diferentes metodologías. Lo que se pretende es describir las características básicas de cada una de ellas, de forma que se pueda entender la relación existente entre la metodología empleada y las capacidades de almacenamiento y procesamiento requeridas.

Las metodologías se pueden agrupar en dos conjuntos: de simulación y analíticas.

### Metodologías de simulación

Las metodologías de simulación se basan en la valoración de la posición de la entidad en múltiples escenarios. Proporcionan medidas de riesgo de gran valor, ya que el usuario puede ver de forma clara la relación existente entre los diferentes escenarios y el valor que la posición de la entidad toma en cada uno de ellos. El método empleado para la selección de los escenarios determina el tipo de simulación que se realiza:

- Simulación histórica. Realiza la valoración de la posición en función de escenarios reales pasados. Para realizar este tipo de simulación se requiere almacenar los parámetros que afectan al valor de mercado de la posición durante largos períodos de tiempo, cuya cuantificación dependerá fundamentalmente del tipo de actividad que se desea analizar.
- *Stress testing*. En este caso, los escenarios son generados directamente por los usuarios, que pueden tomarlos de la realidad (situaciones del pasado en las que se produjeron fenómenos especialmente adversos), o generarlos explícitamente (para analizar cómo se comportaría la posición de la entidad ante determinados eventos). En este caso también se requiere tener almacenados un alto número de escenarios.
- Simulación de Monte Carlo. En este caso los escenarios se generan mediante un modelo de simulación estocástica, que genera escenarios posibles de forma aleatoria. Los modelos de generación de escenarios requieren información de la evolución de los mercados.

Estas metodologías necesitan más potencia de procesamiento y capacidad de almacenamiento que las analíticas, por requerir un gran número de escenarios almacenados y capacidad de procesamiento suficiente para valorar la posición de la entidad en cada uno de ellos.

## Metodologías analíticas

Estas metodologías se basan en la utilización de modelos que tratan de estimar los cambios que se producen en el valor de la posición que mantiene la entidad ante los cambios que se producen en las variables de mercado. Además se hacen estimaciones sobre los valores que tomarán en el futuro las variables de mercado, o al menos se acota el rango de valores que pueden tomar.

Aunque no son tan intuitivas como las metodologías de simulación, tienen la ventaja de que requieren menos datos para funcionar y muchos menos cálculos para obtener resultados, por lo que permiten obtener medidas de riesgo en plazos bastante razonables.

La experiencia demuestra que las metodologías empleadas en la obtención de medidas de riesgo requieren grandes capacidades de procesamiento y almacenamiento, en especial si se trabaja con las metodologías de simulación. Por tanto, antes de tomar alguna decisión, respecto a la compra de un *hardware* concreto, o comprometerse en la obtención de las medidas de riesgo en un determinado plazo, es recomendable realizar pruebas que aseguren la viabilidad del proyecto.

## ¿QUÉ CONTROLES OPERATIVOS DEBEN ESTAR IMPLÍCITOS EN LA ESTRUCTURA DE SISTEMAS DE GESTIÓN DE RIESGOS?

En el capítulo 6 dedicado al riesgo operacional ya se apuntó la necesidad de establecer procedimientos con el fin de proteger la información utilizada en los sistemas de gestión de riesgos. En este apartado se abordará este aspecto con mayor detenimiento, mostrando los principales peligros a que está expuesta la entidad. No se debe olvidar que la información generada es de importancia estratégica para la entidad y, por tanto, su pérdida o divulgación no deseada podría ocasionar importantes perjuicios.

El establecimiento de procedimientos de seguridad se realizará con dos objetivos fundamentales:

- Proteger la información de los accesos incontrolados. La importancia estratégica de la información manejada hace necesario protegerla de los accesos no autorizados.
- Evitar modificaciones incontroladas de la información. En este concepto se engloba la modificación o borrado incontrolado de información, por comportamientos malintencionados o por fallos en el *hardware* o el *software* utilizados.

Para evitar los fallos en la seguridad será preciso utilizar todas las facilidades que proporcionan los sistemas informáticos básicos que utilizarán los subsistemas de gestión de riesgos, es decir, las facilidades proporcionadas por el sistema operativo, el sistema de gestión de bases de datos y los sistemas de comunicaciones. Sin embargo esto no será suficiente y en la mayoría de los casos se deberá recurrir al establecimiento de procedimientos que incrementen la seguridad. En algunas ocasiones se utilizarán sistemas específicos cuya única utilidad sea gestionar la seguridad.

En la actualidad existe una preocupación generalizada por el tema de la confidencialidad de los datos y la recuperación frente a fallos, como lo demuestra la existencia de múltiples especificaciones normalizadas por organismos internacionales o sistemas comerciales que gestionan procedimientos para incrementar la seguridad. El estudio de las soluciones que se proponen en este tipo de normas y sistemas puede ser de gran utilidad para entender la problemática asociada, por lo que se recomienda su análisis.

Seguidamente se introducirán los principales aspectos que se deberán tener en cuenta al afrontar el establecimiento de una política de control y gestión de la seguridad informática.

### Sistemas operativos

- **Control de accesos.** La mayoría de los sistemas operativos actuales disponen de numerosas facilidades para controlar los accesos que realizan los usuarios. Normalmente los usuarios disponen de una única entrada al sistema, caracterizada por el nombre de usuario y la contraseña (*password*) que permite el acceso a un rango de directorios de uso exclusivo y a otro rango de directorios en los que se comparte el acceso con un grupo de usuarios. En caso de que se utilicen todas las facilidades y se parametricen correctamente, se obtiene un alto grado de seguridad. No obstante, en algunas ocasiones los sistemas operativos presentan fallos que permiten saltar los controles establecidos, por lo que no se debe considerar como la solución definitiva.
- **Recuperación frente a fallos.** En esta dirección los sistemas operativos también han sufrido una importante evolución en los últimos tiempos. Han surgido arquitecturas que consiguen que el servicio no se interrumpa, incluso con fallos de elementos del *hardware*. Son las denominadas arquitecturas de alta disponibilidad, que se caracterizan por la réplica de los elementos que las componen. En ellas el sistema operativo se encarga de mantener la información y las funciones replicadas, de forma que cuando falla alguno de los elementos, inmediatamente se sustituye por su réplica, causando mínimos trastornos a los usuarios.

### Sistemas de comunicaciones

- **Control de accesos.** Con la interconexión de las redes y su globalización han surgido nuevos problemas con los accesos incontrolados. Al estar prácticamente todos los computadores conectados, es fácil encontrar caminos para alcanzar casi cualquier máquina, de tal forma, que si por algún error no se hubieran tomado las medidas de seguridad oportunas o el sistema de seguridad presentara algún fallo, cualquier persona que se lo propusiera podría terminar entrando en cualquier sitio. Esto en la actualidad esta ocurriendo continuamente, de tal forma que en Internet se pueden encontrar métodos para saltar los controles de seguridad de algunos sistemas operativos o servidores.

Para resolver este problema han surgido sistemas como los FireWall y los servidores *proxy*, que tratan de poner limitaciones a las direcciones desde las que se puede entrar en una máquina, o restringen los servicios que un determinado usuario puede utilizar.

Otro problema que surge con las redes de comunicaciones es que la información que circula por la red puede ser interferida y analizada por personas que no debieran tener la posibilidad de hacerlo. Para evitar este problema se recurre a la utilización de algoritmos de encriptación, que no evitan definitivamente que la información sea capturada, pero al menos dificultan considerablemente su interpretación.

- **Recuperación frente a fallos.** Los fallos en los sistemas de comunicación los podemos dividir en dos grupos, los que interrumpen el servicio y los que provocan que la información transmitida no sea igual que la información recibida.

Para evitar los fallos de pérdida de servicio se han desarrollado numerosas soluciones, basadas generalmente en la réplica de canales. Los niveles de red y transporte del modelo de referencia ISO gestionan estas situaciones, asegurando la llegada de la

información a su destino. Además, existen sistemas de gestión de redes de comunicaciones que facilitan considerablemente la solución de estos problemas.

Respecto a los fallos en la transmisión, no es un tema preocupante, ya que la mayoría de las arquitecturas existentes aseguran la existencia de canales libres de errores, seguros y eficientes con los protocolos del nivel de enlace del modelo de referencia ISO.

## Sistemas de gestión de bases de datos

- **Control de accesos.** La mayoría de los SGBD que se comercializan en la actualidad disponen de gran cantidad de utilidades para gestionar los derechos de acceso de cada usuario. La estructura general de la arquitectura de seguridad es bastante similar a la de los sistemas operativos, aunque aquí no se trabaja con directorios, sino con bases de datos, tablas, vistas, funciones, procedimientos, tipo de acceso (consulta, modificación, inserción y borrado), etc.

La persona responsable de la gestión de la base de datos da de alta a los usuarios y les asigna una clave (*password*) y los permisos de acceso. Para la asignación de permisos se suelen utilizar perfiles de acceso, aunque también se pueden asignar derechos de acceso individualizados para cada usuario.

Algunos de los SGBD que se pueden encontrar en el mercado, además de las utilidades descritas anteriormente permiten la encriptación de la información, de forma que se necesita una segunda clave para acceder a ella.

Otro de los problemas relacionado con el acceso a los datos es la concurrencia. La mayoría de los SGBD permiten acceso concurrente a los datos, para lo cual disponen de un sistema de control de concurrencia que evita que la base de datos pase a ser incongruente cuando dos usuarios desean modificar un mismo dato en el mismo instante.

- **Control de la consistencia e integridad de la información.** Los SGBD protegen celosamente la información almacenada en las bases de datos, utilizando diversas técnicas, que tratan de evitar los errores. Las más importantes son las reglas de integridad, que se deben definir durante la creación de la base de datos y evitan que se introduzca información que no cumpla determinados requisitos. Con la utilización de estas reglas se consigue que la información almacenada sea coherente y tenga significado pleno. Su utilización no es obligatoria y además aumenta el tiempo de acceso a los datos, pero si las reglas se definen correctamente asegura la calidad de la información almacenada.
- **Sistema transaccional.** Los SGBD pueden trabajar con transacciones, es decir operaciones atómicas que o se realizan en su totalidad o no se realizan. La utilización adecuada del sistema transaccional evita que la base de datos pueda ser incongruente. Un ejemplo en el que su utilización puede ser crucial es la realización de un conjunto de operaciones que únicamente tienen sentido cuando se realizan en su totalidad, de forma que si solo se ejecutan algunas de ellas la base de datos pierde su coherencia. En este caso el conjunto de operaciones se define como una transacción y en caso de que durante su ejecución se produzca un fallo, el SGBD retorna automáticamente al estado en el que se encontraba antes del comienzo de la transacción.
- **Herramientas que facilitan el establecimiento de procedimientos para guardar y recuperar la información.** En el caso de que algún evento provocara la corrupción la información (por ejemplo, el fallo de un disco duro) y no se este utilizando una arquitectura de alta seguridad que replique la información, es imprescindible la recuperación de la información guardada en el último *back-up*. Los SGBD suministran

numerosas utilidades para la realización de esta tarea, así es fácil tener la posibilidad de realizar y recuperar un *back-up* total, parcial o incremental. También se suele disponer de herramientas que permiten recuperar todas las operaciones que se han hecho en la base de datos desde el último *back-up*, etc.

Para finalizar, es importante señalar la necesidad de establecer una política de gestión de la seguridad, con un responsable del área de tecnología y sistemas, que se encargará de establecer los procedimientos oportunos y controlar que se lleven a la práctica. A continuación se muestra algunas de las consideraciones que se deben tener presentes al establecer los procedimientos de seguridad:

- Obligar a que se realicen cambios de contraseña periódicos. Se debe fomentar entre los usuarios, y en algunos casos forzar, mediante las utilidades proporcionadas por los diferentes sistemas, el cambio periódico de sus claves. En este sentido se debe tener cuidado con no establecer periodos demasiado cortos que dificulten y molesten en exceso a los usuarios.
- No debe existir ningún fichero que contenga las claves de acceso. En ciertas organizaciones, la persona responsable de la gestión de los sistemas, o los propios usuarios, guardan en ficheros las claves de acceso a los sistemas. Esto entraña un grave peligro, ya que cualquier persona que accediera a uno de estos ficheros tendría acceso a muchos de los sistemas. La aparición de estos ficheros está íntimamente relacionada con el hecho de que las claves se deban actualizar con demasiada frecuencia y con el hecho de que se obligue a introducir claves demasiado complejas que sean difíciles de recordar.
- Debe existir un plan de *back-up* para todos los sistemas. En él se deben tener en cuenta, al menos, las siguientes consideraciones:
  - Periodicidad con que se debe realizar el *back-up* de cada sistema. Dependiendo de la intensidad con que se modifique la información almacenada en el sistema, se establecerá el tiempo que debe transcurrir entre un *back-up* y el siguiente.
  - Tipo de *back-up* que se realiza. Se pueden definir políticas de *back-up* con características muy diferentes, algunos ejemplos podrían ser los siguientes: *back-up* incrementales, parciales, totales y múltiples combinaciones de los anteriores.
  - Definición de procedimientos de recuperación. En función de la política de *back-up* que se haya definido, el proceso de recuperación puede ser más o menos complejo. Deben existir especificaciones de recuperación de los *back-up* para todos los sistemas. Se documentarán todos los pasos que se deben dar hasta recuperar el estado en el que se encontraba la máquina la última vez que se archivó la información.
  - Política de almacenamiento de *back-up*. Además de establecer la frecuencia con que se realizarán los *back-up*, se definirá una estrategia para guardar los *back-up* realizados. Un ejemplo podría ser: todos los *back-up* realizados en las últimas dos semanas, el *back-up* del último día de cada mes durante el último año y el último *back-up* de cada año de los últimos cinco años.
- Debe existir un plan de contingencias. No se debe olvidar la definición de un plan de contingencia. En él se reflejarán los pasos que se han de dar para recuperar la información y la actividad de los sistemas, en el hipotético caso de que todos los sistemas con los que se trabaja habitualmente desaparecieran (por ejemplo, porque un desastre natural dañara gravemente las instalaciones de la entidad).

## SELECCIÓN DEL ENTORNO EN EL QUE SE REALIZARÁ EL DESARROLLO DEL SISTEMA DE GESTIÓN DE RIESGOS

En el caso de que se haya decidido desarrollar el sistema o algunos de los subsistemas será necesario decantarse por alguna plataforma de desarrollo que permita ejecutar el proyecto en los plazos establecidos y cumpliendo los estándares de calidad fijados.

Si el desarrollo se contrata a una compañía de consultoría externa, será ella quien se preocupe de fijar el entorno de desarrollo, ya que la mayoría disponen de sus propias metodologías y plataformas de desarrollo, aunque sería conveniente sugerirles que se adapten a las plataformas utilizadas en la entidad.

Si por el contrario, el proyecto es interno, será necesario establecer el entorno de desarrollo. El momento oportuno para realizarlo es cuando se haya definido la arquitectura técnica sobre la que se desea trabajar y antes de que se asignen plazos y recursos para la ejecución del proyecto. No se debe menospreciar la importancia de esta tarea, ya que será determinante en los siguientes aspectos:

- Complejidad de las labores de diseño y desarrollo del sistema. En la actualidad existen numerosas herramientas que facilitan la realización del diseño de un sistema y que reducen considerablemente la distancia entre las fases de diseño y desarrollo.
- Complejidad del mantenimiento del sistema. Cuando se finalice el desarrollo del sistema, y comience su explotación y mantenimiento, el entorno utilizado desempeñará un papel determinante en todos los aspectos.
- Costos de desarrollo y mantenimiento del sistema. La plataforma de desarrollo utilizada determinará los plazos de ejecución del proyecto y el número de personas que deberán intervenir en él, y por tanto en el costo final del proyecto.

Algunos de los factores que se deberán tener en cuenta a la hora de seleccionar la plataforma de desarrollo son los siguientes:

- Estándares existentes en la entidad. El área de tecnología y sistemas de la entidad habrá definido diferentes estándares, ya sean explícitos o de hecho, acerca de los sistemas, plataformas de desarrollo, protocolos de comunicación, interfaces de usuario, etc. que se deben emplear. Es importante tenerlos en cuenta, porque siguiendo estas recomendaciones se dispondrá de la máxima ayuda.
- Experiencias internas o externas con los diferentes entornos de desarrollo. Antes de seleccionar algún entorno de desarrollo se deberían conocer las experiencias que se han obtenido en diferentes proyectos al trabajar con él. En este sentido, son especialmente importantes las experiencias internas. Uno de los criterios de selección que se deberían tener en cuenta es que la plataforma sea conocida por el máximo de personas en la entidad, y si no, que sea de fácil aprendizaje para tratar de minimizar los costos de aprendizaje.
- Metodología de diseño y desarrollo que se desea utilizar. La metodología con la que se desee trabajar, determinará en cierta forma el entorno de desarrollo que se debe emplear. Aunque la relación entre las metodologías y los entornos de desarrollo no es absolutamente rigurosa, sí es cierto que la utilización de determinados entornos puede favorecer el seguimiento de determinadas metodologías.
- Actualidad tecnológica del entorno de desarrollo. Interesa que el entorno sea relativamente moderno y de amplia utilización. No es recomendable que a mitad del ciclo de vida del sistema haya que cambiar el entorno de desarrollo, porque tendría un costo importante, difícilmente amortizable.

Para finalizar, se presentarán los diferentes elementos que se deben considerar cuando se plantea la creación de un entorno de desarrollo:

- **Arquitectura técnica.** La arquitectura diseñada para el subsistema que se desea desarrollar determinará en gran parte el entorno que se debe utilizar. En ella se indicarán los módulos que habrá que programar o parametrizar y las plataformas en las que se encontrarán.
- **Sistemas operativos.** Tras conocer los sistemas operativos que se utilizarán para la ejecución del proceso, habrá que seleccionar las herramientas apropiadas para poder desarrollar código para ellos.
- **Sistemas de gestión de bases de datos.** En el caso de que se decida trabajar con ellos, habrá que preparar un entorno de desarrollo que integre el sistema operativo, lenguaje de programación, comunicaciones, librerías de acceso a las bases de datos, etc.
- **Comunicaciones.** En la arquitectura técnica se habrá dado una solución para comunicar las diferentes partes de que consta el sistema: se habrá elegido un protocolo de comunicaciones, el tipo de servicio que proporciona, etc. Habrá que crear un entorno que facilite el desarrollo de aplicaciones que utilicen la solución diseñada.
- **Lenguajes de programación.** Es uno de los factores clave de cualquier desarrollo. Es posible que sea necesario, o aconsejable, la utilización de más de un lenguaje, dependiendo de la arquitectura diseñada. En principio, se debe intentar utilizar lenguajes de alto nivel (4GL, O.O., etc.), aunque hay muchos factores que influirán en la decisión final.
- **Herramientas de gestión de proyectos, gestión de entornos y gestión de versiones.** Facilitan el seguimiento y el control del proyecto y es muy aconsejable su utilización.

## **Recomendaciones de los estándares internacionales sobre sistemas**

### **Recomendaciones del Grupo de los Treinta**

- Las entidades deben tener sistemas que les permitan medir y controlar el riesgo de mercado y de crédito generado por sus posiciones en instrumentos derivados. Las características de dichos sistemas dependerán del volumen y de la complejidad de las operaciones que realice la entidad.
- Las entidades deben disponer de los sistemas adecuados para asegurar que la captura, procesamiento y liquidación de las operaciones, así como la generación de informes de gestión, se realizan de forma eficiente y coherente con las políticas establecidas.

### **Recomendaciones del Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados**

- Las entidades deben contar con sistemas que permitan soportar de una forma eficiente las políticas de control y gestión de riesgos.

### **Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales**

- Las entidades deben disponer de sistemas que les permitan controlar y gestionar los riesgos asumidos, tanto de mercado (riesgo de interés, cambio, renta variable, *commodities*, etc.) como de crédito.

- Las entidades deben incluir en sus sistemas medidas de seguridad que garanticen la integridad de la información en ellos contenida.
- Las entidades deben establecer procedimientos y planes de contingencia de sistemas para asegurar la restauración de la información almacenada y el control de la información introducida.

# Plan de formación en gestión de riesgos

## Introducción

Uno de los requisitos fundamentales para que la gestión de riesgos se convierta en el eje de la estrategia y el proceso de toma de decisiones de una entidad es que todos los estamentos de la organización compartan la necesidad y la conveniencia de gestionar adecuadamente los riesgos a los que la entidad se ve expuesta como consecuencia de los negocios en los que opera.

La gestión de riesgos debe formar parte de la cultura organizativa de la entidad, de forma que se convierta en un objetivo prioritario, que todos los miembros de la organización deben tener siempre en cuenta en el desarrollo de sus funciones. Pero para que la filosofía de gestión de riesgos sea asumida por los miembros de la organización, es imprescindible que éstos comprendan y entiendan las implicaciones de la misma.

Una pieza clave para poder alcanzar los anteriores objetivos es la definición y el desarrollo de un *plan de formación* que permita que todos miembros de la entidad obtengan los conocimientos necesarios en materia de gestión de riesgos en relación a las funciones que cada uno de ellos desempeña dentro de la organización.

Según la estructura organizativa definida en el capítulo 2, el área de recursos humanos y formación debe ser la encargada de diseñar y desarrollar el mencionado plan de formación.

El objetivo de este capítulo es realizar una propuesta de un plan de formación sobre gestión de riesgos, poniendo de manifiesto las siguientes cuestiones:

- Objetivos generales.
- Factores de éxito.
- Estructura.
- Objetivos específicos y contenidos para los grupos formativos.
- Alternativas de desarrollo.

## OBJETIVOS GENERALES

Los objetivos generales que una entidad debe perseguir con un plan de formación sobre gestión de riesgos son, principalmente, los siguientes:

- Potenciar la formación y el desarrollo profesional de sus recursos humanos como una acción estratégica para asegurar una competitividad permanente, así como para facilitar la consecución de los objetivos que se ha planteado en materia de gestión de riesgos.

- Promover entre sus miembros el conocimiento de los negocios, productos e instrumentos en los que opera la entidad, así como los riesgos inherentes a los mismos.
- Divulgar la estrategia de gestión de riesgos de forma que su contenido y objetivos sean comprendidos por todos sus miembros.
- Identificar las necesidades de formación de los miembros de los diferentes estamentos de la entidad que participan en la estrategia de gestión de riesgos.
- Formar a todos sus miembros involucrados en el proceso de gestión de riesgos, de forma que cada uno de ellos alcance el nivel necesario de conocimientos para poder desempeñar de una forma eficiente la función que tiene encomendada dentro de dicho proceso.

## FACTORES DE ÉXITO

Para que una entidad tenga éxito en el proceso de definición y desarrollo del plan de formación en gestión de riesgos, dicho plan de formación debe ser:

- Universal: el plan de formación debe llegar a todos los miembros de la entidad, y especialmente a todos los involucrados directamente en el proceso de gestión de riesgos.
- Integral: el plan de formación debe abarcar la problemática de todos los riesgos a los que está expuesta la entidad y debe cubrir todos aquellos aspectos relevantes relacionados con la gestión, la medición y el control de dichos riesgos.
- Homogéneo: el plan de formación debe estructurarse de tal forma que se creen dentro de la organización grupos formativos cuyos miembros presenten la mayor homogeneidad posible en cuanto a:
  - Funciones dentro del proceso de gestión de riesgos.
  - Conocimientos que necesitan adquirir para desempeñar dichas funciones
  - Conocimientos que ya poseen en materia de gestión de riesgos.

El objetivo que se pretende con la creación de grupos formativos homogéneos es diseñar acciones formativas concretas (cursos, seminarios, etc.) que se adapten lo mejor posible a las características de cada uno de dichos grupos.

El hecho de que los grupos formativos deban ser homogéneos no implica que algunos de ellos puedan estar compuestos por miembros de diferentes áreas de la entidad, lo cual puede enriquecer las acciones formativas a través del intercambio de perspectivas.

- Gradual: el plan de formación debe diseñarse de tal forma que cada grupo formativo, partiendo de su nivel de conocimientos iniciales en materia de gestión de riesgos, adquiera gradualmente conocimientos más avanzados.

El plan de formación debe ser concebido como un proceso constructivo, a través del cual los miembros de la organización van asimilando conceptos básicos para progresivamente ir evolucionando hacia el conocimiento de conceptos más complejos.

Es importante que las acciones formativas que se impartan a un grupo formativo concreto estén suficientemente espaciadas en el tiempo, de forma que los miembros de dicho grupo tengan perfectamente asimilados los conceptos expuestos en la acción formativa anterior antes de pasar a la siguiente.

Existen cursos y seminarios en los que se pretende que asistentes con conocimientos muy básicos sobre gestión de riesgos conozcan conceptos complejos sobre esta materia en poco tiempo (habitualmente, menos de una semana). Generalmente, los asistentes a este tipo de acciones formativas consiguen en el mejor de los casos, un conocimiento

general sobre la materia, pero no llegan a asimilar los conceptos, lo cual impide su aplicación en el trabajo diario.

Es preferible evitar este tipo de acciones formativas y, por el contrario, potenciar aquellas que tienen una concepción más gradual (cursos de nivel básico, nivel intermedio, nivel avanzado, etc.).

- Continuo: el plan de formación debe ser definido como un proceso continuo, para que los miembros de la organización puedan estar permanentemente al corriente de la evolución de las técnicas de gestión y control de riesgos.

Para poder conseguir el anterior objetivo es importante que los contenidos de las acciones formativas estén actualizados y que contemplen las últimas tendencias en materia de gestión y control de riesgos.

- Flexible: el plan de formación debe ser definido de una forma flexible, de forma que su estructura se adapte a la realidad concreta de la entidad y su entorno en cada momento, y que los contenidos de las acciones formativas estén actualizados en relación a las últimas tendencias en materia de gestión y control de riesgos.
- Consensuado: aunque, como ya se ha indicado con anterioridad, el área de recursos humanos y formación debe ser la encargada de diseñar y coordinar el plan de formación, es importante que todos los estamentos de la entidad involucrados en la gestión de riesgos participen en el proceso de definición de dicho plan, ya que éstos son los que mejor conocen sus necesidades de formación.
- Evaluador: es importante que el área de recursos humanos y formación defina procedimientos que permitan, por un lado, evaluar la consecución de los objetivos que se persiguen en las diferentes acciones formativas, y por otro, realizar un seguimiento de hasta qué punto los participantes en el plan de formación están asimilando los conocimientos que se les están impartiendo y si les están siendo útiles para el desempeño de sus funciones.

Es importante destacar que el objetivo no es evaluar a los participantes, sino la idoneidad del plan de formación y la capacidad del mismo para permitir alcanzar los objetivos que se persiguen. Es fundamental que el área de recursos humanos y formación haga un estrecho y continuo seguimiento del desarrollo de cada una de las acciones formativas, con el fin de adaptar y mejorar permanentemente el plan de formación.

## ESTRUCTURA DE LOS GRUPOS FORMATIVOS

Según lo expuesto anteriormente, el plan de formación debe ser estructurado de tal forma que se creen grupos formativos homogéneos dentro de la organización, con el fin de poder diseñar las acciones formativas concretas que se adapten lo mejor posible a las características de cada uno de dichos grupos.

El objetivo de este apartado es definir de forma orientativa una posible estructura de los grupos formativos, tomando como base el esquema organizativo que se definió en el capítulo 2.

La propuesta de grupos formativos que se va a realizar a continuación únicamente trata de identificar colectivos dentro de la entidad que, teniendo en cuenta las funciones que desempeñan en el proceso de gestión de riesgos, pueden tener necesidades similares de acciones formativas, tanto en cuanto a los objetivos de las mismas como en cuanto a sus contenidos. Dicha propuesta de grupos formativos deberá ser considerada por las entidades como una primera aproximación, la cual deberá ser particularizada en cada caso concreto en función de la estructura organizativa propia y del nivel de formación del personal en materia de gestión de riesgos. Los grupos formativos que proponemos son los siguientes:

- Alta dirección: formado por los miembros del consejo y del comité ejecutivo.
- Dirección técnica: formado por los miembros de comité de activos y pasivos, comité de riesgos y comités de negocio.
- Estructura operativa: formado por el área de análisis y control de riesgos, el área GAP, las áreas de negocio y las áreas de soporte.

### Objetivos específicos y contenidos para los grupos formativos

En este apartado se realiza una propuesta de los objetivos específicos que se deberían alcanzar y los contenidos a cubrir con las acciones formativas sobre gestión de riesgos que se diseñen para cada uno de los grupos formativos anteriormente definidos.

El Cuadro 13-1 resume el enfoque que deben tener las acciones formativas dirigidas a los grupos que se han definido.

**Cuadro 13-1. Enfoque de las acciones formativas**

Alta dirección	Dirección técnica	Estructura operativa
Visión global y estratégica	Visión estratégica y técnica (nivel básico)	Visión técnica (nivel avanzado)
Comprender y relacionar los conceptos y sus implicaciones básicas	Comprender los procedimientos de cálculo y sus implicaciones técnicas	Aplicar los procedimientos de cálculo y resolver problemas técnicos
Análisis integrado	Análisis específico	Análisis detallado
Tomar y transmitir decisiones estratégicas	Tomar y transmitir decisiones específicas	Ejecutar decisiones concretas

## ALTA DIRECCIÓN

### Objetivos

- Alcanzar un conocimiento global e integrado de todos los riesgos (mercado, crédito, operativos, legales, etc.) que generan los diferentes negocios en los que la entidad está inmersa.
- Comprender el significado de los diferentes estimadores de riesgo de mercado y de crédito, así como los límites que se han establecido sobre los mismos en función del nivel de riesgos que se quiere asumir.
- Potenciar el análisis comparativo de los diferentes negocios en términos de rentabilidad-riesgo, con el fin de poder realizar una asignación lo más eficiente posible del capital de la entidad.
- Comprender el impacto que para la entidad tienen las diferentes estrategias y políticas de gestión de riesgos que les van a ser presentadas y sobre las que tienen que tomar decisiones.

## Contenidos

- Características generales de los productos e instrumentos financieros en los que opera la entidad.
- Definición conceptual e implicaciones básicas de los diferentes tipos de riesgos financieros.
- Interpretación y significado de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de mercado:
  - Medidas de rentabilidad.
  - Medidas de sensibilidad.
  - Exposición.
  - Volatilidad.
  - Correlación.
  - Distribución estadística.
  - Técnicas de simulación.
  - Valor en riesgo (VER)
  - Capital en riesgo (CER)
  - Rentabilidad sobre capital ajustado a riesgo (RORAC)
- Interpretación y significado de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de crédito:
  - Exposición crediticia.
  - Provisión crediticia.
  - Capital en riesgo crediticio.
  - Rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio.
- Análisis de las implicaciones de estrategias básicas de gestión y cobertura de riesgos financieros.

## DIRECCIÓN TÉCNICA

### Objetivos

- Conocer las características técnicas básicas de los productos e instrumentos en los que opera la entidad, fundamentalmente aquellas que afectan al cálculo de los riesgos.
- Conocer de una forma general los procedimientos y metodologías utilizados para medir, controlar y gestionar los riesgos (mercado, crédito, operativos, legales, etc.) que generan los diferentes negocios en los que la entidad está inmersa.
- Comprender la problemática de cálculo de los diferentes estimadores de riesgo de mercado y de crédito, así como saber interpretar el significado de dichos estimadores.
- Comprender cómo condiciona el entorno de mercado en el que opera la entidad (mercados emergentes) en la aplicación de las técnicas de medición y gestión de riesgos.
- Aprender a traducir la estrategia de gestión de riesgos de la entidad en una estructura de límites coherente con la misma.
- Aprender a analizar de forma homogénea los diferentes negocios en términos de rentabilidad-riesgo y a realizar propuestas de asignación de capital en función de dicho análisis.

- Aprender a analizar las expectativas de evolución de los negocios y de los mercados para poder proponer a la alta dirección estrategias alternativas de gestión de riesgos.

## Contenidos

- Características técnicas de los productos e instrumentos financieros en los que opera la entidad.
- Características generales de las metodologías y técnicas de medición y control de los diferentes tipos de riesgos financieros.
- Interpretación y procedimiento de cálculo básico de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de mercado:
  - Medidas de rentabilidad.
  - Medidas de sensibilidad.
  - Exposición.
  - Volatilidad.
  - Correlación.
  - Distribución estadística.
  - Técnicas de simulación.
  - Valor en riesgo (VER)
  - Capital en riesgo (CER)
  - Rentabilidad sobre capital ajustado a riesgo (RORAC)
  - *Stress testing* y *back testing*
- Interpretación y procedimiento de cálculo básico de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de crédito:
  - Exposición crediticia.
  - Provisión crediticia.
  - Capital en riesgo crediticio.
  - Rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio.
- Análisis de las características básicas de los mercados emergentes y su repercusión en el control y la gestión de riesgos.
- Aspectos a tener en cuenta para definir y analizar estrategias de gestión de riesgos financieros:
  - Interpretación de las expectativas de evolución de los negocios y los mercados.
  - Representación de posiciones.
  - Alternativas de cobertura.
  - Potencialidad de los instrumentos derivados para gestionar riesgos.
  - Riesgo de base.

## ESTRUCTURA OPERATIVA

### Objetivos

Como ya se expuso en el capítulo 2, la estructura operativa abarca a un conjunto de áreas de la entidad que desempeñan funciones claramente diferenciadas en relación al proceso de gestión de riesgos. A pesar de las diferencias existentes entre dichas áreas, consideramos que

en las acciones formativas dirigidas a la estructura operativa se deben alcanzar los siguientes objetivos generales:

- Conocer en profundidad las características técnicas y los métodos de valoración de los productos e instrumentos en los que opera la entidad.
- Conocer los procedimientos y las metodologías utilizados para medir, controlar y gestionar los riesgos (mercado, crédito, operativos, legales, etc.) que generan los diferentes negocios en los que la entidad está inmersa.
- Aprender a calcular los diferentes estimadores de riesgo de mercado y de crédito en el entorno de los mercados emergentes.
- Aprender a calcular las rentabilidades de los diferentes negocios y a relacionarlas con los riesgos generados, expresando dicha relación a través de medidas homogéneas y comparables entre diferentes tipos de negocios.
- Aprender a diseñar y ejecutar estrategias de gestión de riesgos (áreas de negocio) y a analizar las repercusiones de las mismas (área de análisis y control de riesgos).

Los objetivos generales anteriormente expuestos, pueden ser adaptados y particularizados por la entidad para el caso concreto de cada una de las áreas que componen su estructura operativa.

## Contenidos

Teniendo en cuenta las diferencias existentes entre las áreas que componen la estructura operativa de la entidad, vamos a segmentar los contenidos de las acciones formativas dirigidas a la estructura estratégica en tres grupos:

- Contenidos generales para todas las áreas que componen la estructura operativa, los cuales son muy similares a los anteriormente expuestos para la dirección técnica, pero incidiendo más en los procedimientos de cálculo.
- Contenidos específicos para el área de análisis y control de riesgos
- Contenidos específicos para el área GAP y las áreas de negocio.

### Contenidos generales

- Operativa de mercado, características técnicas y valoración de los productos e instrumentos financieros en los que opera la entidad.
- Procedimientos, metodologías y técnicas de medición y control de los diferentes tipos de riesgos financieros.
- Interpretación y procedimiento de cálculo básico de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de mercado:
  - Medidas de rentabilidad.
  - Medidas de sensibilidad.
  - Exposición.
  - Volatilidad.
  - Correlación.
  - Distribución estadística.
  - Técnicas de simulación.

- Valor en riesgo (VER).
- Capital en riesgo (CER).
- Rentabilidad sobre capital ajustado a riesgo (RORAC).
- *Stress testing* y *back testing*.
- Interpretación y procedimiento de cálculo básico de los siguientes conceptos relacionados con el riesgo de crédito:
  - Exposición crediticia.
  - Provisión crediticia.
  - Capital en riesgo crediticio.
  - Rentabilidad sobre el capital en riesgo crediticio.
- Análisis de las características básicas de los mercados emergentes y su repercusión en los procedimientos de cálculo de los estimadores de riesgo.

### **Contenidos específicos para el área de análisis y control de riesgos**

- Aspectos avanzados relacionados con las técnicas de medición de riesgos y aplicación práctica de las mismas. Entre otros, serían los siguientes:
  - Modelos de generación de curvas de tipo de interés.
  - Técnicas de simulación (Monte Carlo, histórica, etc.)
  - Métodos de estimación de volatilidades y correlaciones.
  - Técnicas avanzadas de *stress testing* y *back testing*.
  - Cálculo del riesgo de productos no lineales (por ejemplo, opciones).
- Análisis exhaustivo de las características de los mercados emergentes y adaptación de las metodologías de medición de riesgos a sus problemas concretos:
  - Tipos de cambio intervenidos.
  - Riesgo de crisis
  - Hiperinflación.
  - Mercados poco líquidos.
  - Productos específicos: bonos Brady, activos referenciados a la inflación, etc.

### **Contenidos específicos para el área GAP y las áreas de negocio**

- Análisis en profundidad de las características y posibilidades que prestan los instrumentos y productos comercializados por la entidad, así como aplicaciones concretas de los mismos.
- Nuevos productos, características y potencialidad de los mismos
- Técnicas y estrategias avanzadas de gestión de riesgos, como por ejemplo:
  - Análisis de alternativas de cobertura, cálculo de porcentajes de cobertura y riesgos de cobertura.
  - Técnicas de gestión de carteras.
  - Técnicas avanzadas de trading.
  - Arbitrajes entre productos y mercados.
  - Estrategias de gestión de activos y pasivos.
  - Metodologías avanzadas de análisis de mercados, incluyendo análisis macroeconómico.

## Desarrollo del plan de formación

El objetivo de este apartado es poner de manifiesto algunas cuestiones que las entidades deben tener en cuenta en el desarrollo del plan de formación sobre gestión de riesgos y, fundamentalmente, a la hora de diseñar las acciones formativas.

### TIPOS DE ACCIONES FORMATIVAS

Existen diferentes tipos de acciones formativas, pero desde un punto de vista general éstas pueden ser agrupadas bajo tres modalidades básicas: los cursos, los seminarios y las conferencias.

#### Cursos

Son acciones formativas en las que desarrollan uno o varios temas relacionados de forma exhaustiva y estructurada.

Los cursos son las acciones formativas adecuadas para que los participantes, sean cuales sean sus conocimientos previos, asimilen y comprendan conceptos de una forma gradual. Son especialmente recomendables para adquirir formación sobre cuestiones técnicas, ya que suelen tener una componente práctica importante.

#### Seminarios

Son acciones formativas que versan sobre un determinado tema amplio y en las cuales intervienen muchos expertos en la materia, que realizan ponencias cortas sobre diferentes aspectos relacionados con el tema de análisis.

Los seminarios son acciones formativas para adquirir una visión general sobre un determinado tema y, fundamentalmente, son muy interesantes para hacerse una idea de cómo están abordando diferentes entidades problemas concretos. Las ponencias que componen los seminarios suelen abordar aspectos muy específicos pero con poca profundidad. Los seminarios únicamente son recomendables para aquellas personas que tienen conocimientos y experiencia previa sobre los temas que se van a tratar.

#### Conferencias

Son acciones formativas sobre temas de actualidad, generalmente con escasa componente técnica, en las cuales una o varias personas de prestigio disertan sobre el tema en cuestión. Suelen concluir con una mesa redonda en la que ponentes y asistentes exponen y discuten sus puntos de vista.

Los conferencias son acciones formativas para conocer e intercambiar puntos de vista sobre un determinado tema pero desde un punto de vista general y sin profundizar en problemas concretos. Realmente, más que acciones formativas son acciones informativas y son recomendables para directivos de la entidad con experiencia previa sobre los temas que se van a tratar.

## Otras

Para el caso concreto de la alta dirección, cuyos miembros no suelen asistir a acciones formativas colectivas, se puede plantear una alternativa consistente en designar a un grupo de dos o tres profesionales de la entidad, calificados técnicamente y con cualidades docentes, a los que pueda recurrir este colectivo para que se les explique y se les forme en los aspectos específicos necesarios para el desempeño de sus funciones. Esta alternativa es muy flexible y se adapta a las necesidades de la alta dirección.

## ACCIONES FORMATIVAS A MEDIDA O EXTERNAS

Otra cuestión importante que las entidades tienen que analizar es la conveniencia de organizar acciones formativas a medida para la entidad versus participar en acciones formativas externas. Por lo general los seminarios y las conferencias suelen ser acciones formativas externas. Por tanto, únicamente en el caso de los cursos habrá que analizar las dos alternativas anteriormente expuestas.

Para cursos a los que deban asistir un número considerable de miembros de la entidad (generalmente cursos de nivel básico o intermedio), suele ser más conveniente desarrollarlos a medida de la entidad lo que permite a la misma definir la estructura del curso, los contenidos, las fechas, el horario, etc. Además, los cursos a medida son menos costosos, a partir de un determinado número de participantes, que los cursos externos.

Para cursos a los que deban asistir un número reducido de miembros de la entidad (generalmente cursos de nivel avanzado o sobre temas muy específicos), suele ser más conveniente asistir a cursos externos, tanto por los menores costos, como por la posibilidad de compartir experiencias con asistentes de otras entidades.

## FORMADORES INTERNOS O EXTERNOS

Cuando las entidades deciden organizar cursos a medida, otro aspecto sobre el que tienen que decidir es si es mejor que sean impartidos por profesionales de la entidad, formadores externos o una combinación de ambos.

Los formadores externos suelen ser personas con experiencia docente, pero no suelen conocer en profundidad la problemática concreta de la entidad. Por el contrario, los profesionales de la entidad pueden tener menos experiencia docente pero tienen una visión más práctica y cercana al día a día de la entidad.

En función de lo anterior y dejando a un lado consideraciones económicas, la alternativa más recomendable es organizar cursos a medida en los que los formadores externos se encarguen de la explicación teórica de los conceptos y los profesionales de la entidad expongan su aplicación práctica a situaciones reales de la entidad.

## LA IMPORTANCIA DE UN ENFOQUE PRÁCTICO

Aunque implícitamente ya se ha mencionado en los apartados anteriores, un aspecto que las entidades deben considerar a la hora de definir las acciones formativas, sobre todo en el caso de los cursos, es la importancia de que el enfoque de los temas sea lo más práctico posible.

La explicación de cualquier concepto, metodología, técnica o procedimiento es mucho más asimilable cuando se complementa con ejemplos. También es muy conveniente que los asistentes a los cursos realicen ejercicios prácticos que les enfrenten con los problemas que van a encontrar cuando los apliquen en su trabajo diario. Los ejemplos y los ejercicios prácticos utilizados en los cursos serán más útiles y clarificadores cuanto más realistas sean, es decir, cuando las situaciones que planteen se parezcan a las situaciones reales que los asistentes se encuentran en el día a día.

Por tanto, a la hora de diseñar cursos a medida o de seleccionar cursos externos, las entidades deben intentar que la componente práctica de los mismos sea amplia y suficientemente elaborada.

## **MATERIAL DE FORMACIÓN**

Otra cuestión importante que las entidades deben considerar a la hora de diseñar cursos a medida o seleccionar cursos externos es la existencia de un material de formación adecuado. El material de formación debe estar bien estructurado, ser sencillo de comprender y contener ejemplos que ayuden a clarificar los conceptos que en él se exponen.

Uno de los objetivos que hemos intentado alcanzar con este manual es que pueda ser utilizado por las entidades como material de formación para los cursos internos sobre gestión de riesgos.

### **Recomendaciones de los Estándares Internacionales sobre Formación**

#### **Recomendaciones del Grupo de los Treinta**

- Las entidades deben asegurar que las operaciones con derivados son gestionadas, controladas, administradas y auditadas por el personal adecuado, tanto en número como en experiencia, formación y grado de especialización.

#### **Recomendaciones del Banco de Pagos Internacionales**

- Las entidades deben disponer de personal competente, con el suficiente nivel de formación y experiencia para realizar las tareas que tiene asignadas.

*Página en blanco a propósito*

## Bibliografía

### Gestión de riesgos: aspectos generales

- Bankers Trust New York Corporation (1995). *Quantifying the Risks of Business*. Nueva York, Bankers Trust.
- Barnes, Ronnie (1997). Hedging—an obstacle or a blessing. *Financial Times*. 2-VI-1997 (serie Mastering Finance, n° 4.)
- Coopers & Librand (1996). *Generally Accepted Risk Principles*. Londres, Coopers & Librand.
- Goldman Sachs (1996). *Managing Market Exposure*. Nueva York, Goldman Sachs (Risk Management Series).
- Price Waterhouse, comp. (1997). *Risk Management for Financial Institutions: Advances in Measurement and Control*. Londres, Risk Publications.

### Metodologías de medición del riesgo de mercado

- Beckström, Rod y Campbell, Alice (1995). *An Introduction to VAR*. Palo Alto, C•ATS Software Inc.
- Fabbozi, Frank J. y Konishi, Atsuo (1996). *The Handbook of Asset/Liability Management*. Chicago, Irwing Professional Publishing.
- Garman, Mark (1996). Improving on VAR. *Risk*, vol. 9, n° 5.
- \_\_\_\_\_. (1997). Taking VAR to pieces. *Risk*, vol 10, n° 10.
- Hull, John (1993). *Options, futures and other derivative securities*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice Hall.
- Morgan Guarantee Trust Company, Global Research (1994). *RiskMetrics—Technical Document*. Nueva York, Morgan Guarantee Trust Co.
- Morgan Guarantee Trust Company, Global Research (1995). *Enhancements to RiskMetrics*. Nueva York, Morgan Guarantee Trust Company.
- Santander Consultoría Financiera (1996). *Construcción de carteras equivalentes en rentabilidad-riesgo*. Madrid, Santander Consultoría Financiera.

### Riesgo de crisis

- Fondo Monetario Internacional (1997). *Leading Indicators of Currency Crises*. Washington, DC, FMI.
- \_\_\_\_\_. (1998). *Financial Crises: Characteristics and Indicators of Vulnerability*. Washington, DC, FMI.
- Morgan Guaranty Trust Company (1998). *Even Risk Indicator Handbook*. Nueva York. Morgan Guaranty Trust Company.

### Metodologías de medición del riesgo de crédito

- J.P. Morgan Securities Ltd. (1997). *CreditMetrics*. Nueva York, J.P. Morgan Securities Ltd. .
- Renaissance Software, comp. (1995). *Derivative Credit Risk—Advances in Measurement and Management*. Londres, Risk Publications.
- Santander Consultoría Financiera (1997). *Cálculo de la provisión crediticia*. Madrid, Santander Consultoría Financiera.

### Mercados latinoamericanos

- Banco Interamericano de Desarrollo, International Swaps and Derivatives Association, comp. (1996). *Latin American Derivatives*. Londres, Risk y Emerging Markets Investor (Informe a la conferencia sobre *Latin American Derivatives*, organizada por el BID y la ISDA. Washington, DC, noviembre de 1996).

- J.P. Morgan Securities Ltd. (1997). *The J.P. Morgan Guide to Emerging Local Markets*. Nueva York, J.P. Morgan Securities Ltd.
- Merrill Lynch, Emerging Markets Research (1997). *Guide to Latin American Local Currency Markets*. Londres, Merrill Lynch.
- Pettis, Michael (1997). *The New Dynamics of Emerging Markets Investment : Managing Sub-investment-grade Sovereign Risk*. Londres. Euromoney Books.

### **Estándares internacionales**

- Group of Thirty (1993). *Derivatives: Practices and Principles*. Group of Thirty.
- Derivatives Policy Group (1994). *DPG's Analytical Framework*. Derivatives Policy Group.
- Basle Committee on Banking Supervision (1996). *Amendment to the Capital Accord to Incorporate Market Risks*. Basle Committee on Banking Supervision.

## Glosario

El presente glosario recoge las equivalencias de los términos de origen inglés, así como de los símbolos y abreviaturas utilizados en el libro. En algunos casos, en las explicaciones de acrónimos se ha incluido entre paréntesis la abreviatura correspondiente al acrónimo en el otro idioma, cuando este es de uso frecuente, o simplemente para remitir a la equivalencia correspondiente. Para ordenar alfabéticamente se ha dado prioridad a las mayúsculas. Las abreviaturas de unidades monetarias se han ordenado como si no incluyeran el símbolo \$.

⇒	implica que
\$	moneda, dinero
∀	para todo, cualquiera que sea
ask	precio de oferta
ALCO	<i>assets and liabilities committee</i> (CAP)
ALM	<i>assets and liabilities management</i> (GAP)
ARCH	<i>autoregressive conditional heterocedasticity</i> , heterocedasticidad autorregresiva condicionada
<i>arbitrage</i>	
<i>pricing theory</i>	modelo de valoración por arbitraje
\$Arg	peso argentino
<i>back office</i>	área de operaciones, departamentos no relacionados con clientes
<i>back testing</i>	comprobación retrospectiva
<i>back-up</i>	archivo, copia o registro de seguridad
<i>benchmark</i>	hito o posición de referencia
<i>bid</i>	precio de demanda
BIS	<i>Bank for International Settlements</i> (BPI)
B°	beneficio
BPI	Banco de Pagos Internacionales (BIS)
<i>broker</i>	intermediario, corredor de bolsa
\$Can	dólar canadiense
<i>call</i>	opción de compra (de un activo)
CAP	comité de activos y pasivos (ALCO)
CAPM	<i>capital asset pricing model</i> (MVAF)
<i>cap</i>	bono con tope máximo de interés
<i>capital asset</i>	
<i>pricing model</i>	modelo de valoración de activos financieros
\$Ch	peso chileno
<i>commodities</i>	productos básicos, mercancías
<i>compliance</i>	cumplimiento, observancia
cov	covarianza
<i>credit scoring</i>	sistema de evaluación crediticia
DM	marco alemán
DPG	<i>Derivatives Policy Group</i> ; Grupo sobre Políticas para Instrumentos Financieros Derivados
ecu	unidad monetaria europea
FD	factor de descuento
FF	franco francés
<i>floor</i>	bono con interés variable mínimo
<i>front office</i>	área de contratación

FRA	<i>forward rate agreement</i> , acuerdo de tipo de cambio a plazo
FRN	<i>floating rate note</i> , instrumento a tipo variable, pagaré a interés flotante
FX	<i>forex</i> , contracción de <i>foreign exchange</i> ; tipo de cambio
GAP	gestión de activos y pasivos (ALM)
gap	brecha, hendidura, diferencia
GARCH	<i>generalized autoregressive conditional heteroscedasticity (model)</i> , (modelo) ARCH generalizado
hardware	equipo de computación, equipo informático
high yield	alta rentabilidad
ICSD	<i>International Central Securities Depository</i>
IFEMA	<i>International Foreign Exchange Master Agreement</i>
investment grade	inversión de calidad
IOSCO	<i>International Organization of Securities Commissions</i>
IRS	<i>interest rate swap</i> ; <i>swap</i> , canje o permuta de tipos de interés
ISO	Organización Internacional de Normalización
£	libra esterlina
LIBOR	<i>London interbank offered rate</i> ; tipo o tasa de oferta interbancaria de Londres
ln	logaritmo neperiano
\$M	peso mexicano
M1	dinero circulante en efectivo más depósitos a la vista
M2	M1 más depósitos de ahorro
M3	M2 más depósitos a plazo
mapping	resumen de posiciones
marked-to-market	valoración a mercado
market-makers	creadores de mercado
master agreement	acuerdo marco
MIS	<i>management information system</i> (SIG)
MVAF	modelo de valoración de activos financieros (CAPM)
NA	no aplicable
netting	compensación
NS	nuevo sol peruano
on-line	a tiempo real, en directo
OAS	<i>option-adjusted spread</i> , diferencial ajustado según opciones de prepago
offshore	extraterritorial (banco, mercado), extranacional (costo)
OTC	<i>over the counter</i>
over the counter	(mercado, valor) no oficial, extrabursátil
P&G	pérdidas y ganancias (P&L)
P&L	<i>profits and losses</i> (P&G)
password	contraseña, clave
pb	puntos básicos (1 pb = 0,01%)
PIB	producto interno bruto
pricing	cotización
PSA	<i>Public Securities Association</i>
put	opción de venta (de un activo), opción de rescate anticipado
rating	calificación crediticia
repo	<i>repurchase agreement</i> ; acuerdo de recompra
\$R	real brasileño
RE	rendimiento o retorno esperado
ROE	<i>return on equity</i> , rendimiento o rentabilidad sobre el capital contable

RORAC	<i>return on risk adjusted capital</i> , rendimiento o rentabilidad del capital ajustado según riesgo
RRHH	recursos humanos
S&P500	índice Standard & Poor's 500
SGBD	sistema de gestión de bases de datos
<i>settlement risk</i>	riesgo de entrega
SIG	sistema de información para la gestión (MIS)
<i>software</i>	programa informático
<i>spot</i>	precio de contado, para entrega inmediata
<i>spread</i>	diferencial
SPV	<i>special purpose vehicle</i> ; instrumento o vehículo creado con fines específicos
SS	<i>stripped spread</i>
<i>staff</i>	área de apoyo, personal
<i>stress testing</i>	simulación de comportamiento en condiciones extremas
<i>stripped spread</i>	diferencial separado, prima de riesgo
<i>stripped yield</i>	rentabilidad diferencial, rentabilidad separada
<i>strike</i>	precio de ejercicio (opciones)
<i>swap</i>	canje, permuta financiera
SWIFT	<i>Society for Worldwide Interbank Financial Telecommunications</i>
SY	<i>stripped yield</i>
T	tipo
TIR	tasa interna de rentabilidad o rendimiento
<i>trading</i>	negociación
US\$	dólares estadounidenses
VA	valor actual
VAR	varianza
VER	valor en riesgo
vto.	vencimiento
¥	yen japonés

*Gestión de riesgos financieros* pretende ayudar a las entidades de crédito y empresas de América Latina a implantar un modelo sistemático, objetivo y homogéneo de gestión de riesgos, que permita evaluar y controlar la creación de valor de los diferentes negocios en los que operan. Se cubren todos los aspectos relevantes relacionados con la gestión de riesgos financieros, fundamentalmente riesgos de mercado y de crédito, pero también riesgo operativo y legal. Se analiza la problemática concreta de la gestión de riesgos financieros en el entorno latinoamericano y se proponen soluciones prácticas, aplicables sobre todo a entidades financieras y también a departamentos financieros de empresas. No se discuten otros tipos de riesgos, no financieros, aunque sí se ofrece un marco general en el cual incorporarlos.

Se presentan opciones para rentabilizar las inversiones en gestión de riesgos financieros, de manera que se avance con eficacia y rapidez por el camino ya recorrido por numerosas compañías estadounidenses y europeas, muchas de las cuales operan actualmente en América Latina. Se exponen todos los temas relevantes referentes a la gestión de riesgos financieros, con la profundidad necesaria y a un nivel de exposición fácil de asimilar y comprender. Las cuestiones técnicas complejas se desarrollan en apéndices especiales.

El libro ha de ser de interés para los miembros de la alta dirección de entidades financieras, para los profesionales de las áreas de gestión y control de riesgos, para quienes trabajan en las áreas de sistemas y formación y, en general, para cualquiera que desee conocer los aspectos teóricos y prácticos de la gestión de riesgos financieros en el entorno latinoamericano.

ISBN: 1-886938-47-4



**Banco Interamericano de Desarrollo**  
1300 New York Ave., N.W.  
Washington, D.C. 20577  
Estados Unidos de América

[www.iadb.org](http://www.iadb.org)



**Grupo  
Santander**

Paseo de la Castellana, 24  
28046 Madrid  
España

[www.bancosantander.es](http://www.bancosantander.es)