

Gestión del riesgo operacional en el sector energético



Diseño y Maquetación

Dpto. Marketing y Comunicación
Management Solutions - España

Fotografías

Archivo fotográfico de Management Solutions
Fotolia

© Management Solutions 2014

Todos los derechos reservados. Queda prohibida la reproducción, distribución, comunicación pública, transformación, total o parcial, gratuita u onerosa, por cualquier medio o procedimiento, sin la autorización previa y por escrito de Management Solutions.

La información contenida en esta publicación es únicamente a título informativo. Management Solutions no se hace responsable del uso que de esta información puedan hacer terceras personas. Nadie puede hacer uso de este material salvo autorización expresa por parte de Management Solutions.

Índice



Introducción 4



Resumen ejecutivo 6



La Función de Riesgos 10



Riesgo operacional 18



Metodologías de medición del riesgo operacional en el sector energético 30



Glosario 46



Referencias 48

Introducción



En los últimos años, y como consecuencia de la complejidad de la actividad empresarial y también de la materialización de eventos de riesgo relevantes, la gestión de riesgos ha experimentado un importante auge, que ha propiciado numerosas reflexiones, normativas, recomendaciones y avances en su desarrollo en todo tipo de empresas e instituciones.

Este fenómeno ha venido acompañado de una creciente utilización de métodos cuantitativos en la gestión empresarial y de los negocios, motivada por la necesidad de mejorar la gestión en entornos tan competitivos como son los mercados energéticos tradicionalmente regulados, y ayudada por una mayor disponibilidad de información, tecnología y conocimiento.

En este contexto, las compañías han creado o desarrollado funciones de riesgos y trabajado en la evolución de la organización y el gobierno, de las políticas y los modelos, y de los procesos y el soporte tecnológico para la gestión y el control del riesgo. Con el impulso derivado de mayores exigencias de grupos de interés y de nuevas regulaciones, o por el simple valor añadido del desarrollo de mejores prácticas de mercado, se han producido avances notables en la forma de aproximarse al riesgo.

Entre los principales retos a los que se enfrenta la Función de Riesgos está la contribución a la generación de valor a través de la integración del modelo de riesgos en la gestión del negocio, como un elemento de apoyo a la toma de decisiones y no solo de control. Podría afirmarse que el nivel de integración efectiva del modelo de riesgos en la gestión es el factor diferencial más relevante a la hora de identificar la madurez de la función en las compañías no financieras. Esta madurez, sin embargo, suele ser heterogénea dentro de la misma compañía, dependiendo de los tipos de riesgo o dominios, así como de las áreas o actividades de la empresa.

Uno de los riesgos más relevantes de la actividad empresarial, y en particular de las empresas de energía, es el riesgo operacional, en la medida en que afecta a activos productivos susceptibles de fallar, y por lo tanto de generar pérdidas económicas y daños personales o medioambientales, con potenciales efectos reputacionales significativos.

Este riesgo, precisamente por sus posibles consecuencias fatales en pérdidas económicas, efectos medioambientales y pérdidas de vidas humanas, ha sido tradicionalmente gestionado con programas de prevención y planes de contingencia. Adicionalmente, se ha actuado sobre él mediante

programas de seguros consolidados dentro de la propia organización en áreas o departamentos especialistas, asesorados generalmente por compañías de seguros y *brokers*. Aunque el riesgo operacional en general, y el riesgo operacional asegurable¹ en particular, tiene un historial de gestión en las compañías, la utilización de técnicas cuantitativas ha tenido una menor y más heterogénea difusión dentro de ellas.

Esta publicación se orienta precisamente a profundizar en la aplicación práctica de las técnicas y modelos de riesgo operacional en la industria, y pretende por tanto servir de ejemplo de las posibilidades que el uso de metodologías avanzadas de gestión del riesgo operacional puede tener para contribuir a su cuantificación y a la mejora de los programas de seguros.

Para ello, en el documento se plantea en primer lugar una reflexión general sobre la Función de Riesgos en sentido amplio (*Enterprise Wide Risk Management*), y a continuación se presenta una explicación del concepto y las metodologías de gestión del riesgo operacional, para finalizar con un ejercicio cuantitativo que ilustra la aplicación específica de estas técnicas en la optimización del programa de seguros de empresas industriales, y en particular del sector de la energía.

¹Se entiende por riesgo operacional asegurable el riesgo operacional susceptible de ser asegurado, y por tanto de ser transferido parcial o totalmente a un tercero, generalmente a cambio del pago de una prima.



Resumen ejecutivo



La Función de Riesgos

1. Existen múltiples interpretaciones del concepto de riesgo, si bien hay un consenso general en su caracterización como la posibilidad de ocurrencia de una pérdida. En función del origen y la naturaleza de esta pérdida, los riesgos pueden ser clasificados en diversos dominios: financieros², operacionales y tecnológicos, de modelo, de cumplimiento normativo y reputacional, estratégicos y de negocio.
2. Dentro de las organizaciones, la Función de Riesgos tiene como responsabilidad la definición e implantación de un marco efectivo de actuación en materia de gestión y control de todos los dominios de riesgo, velando por el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la compañía.
3. Hay que destacar que la Función de Riesgos, y específicamente en el ámbito de compañías de energía, ha experimentado una evolución muy notable en los últimos años en todas sus dimensiones.
4. En materia de organización y gobierno, la Función ha evolucionado desde su constitución en torno al dominio de riesgos financieros (y en ocasiones operacionales y tecnológicos) hasta el desarrollo de una visión integral, en algunos casos materializada ya en la figura de un *Chief Risk Officer* o CRO, con creciente independencia respecto a funciones de gestión o toma de riesgos.
5. En muchas compañías se han desarrollado y mejorado también de forma relevante los mapas de riesgos, las políticas (incluyendo la definición de su apetito al riesgo, en parte alentada por incipientes movimientos regulatorios), los modelos y metodologías (en especial en dominios de riesgos tradicionalmente menos avanzados), los procesos y el soporte tecnológico. En este último ámbito, las herramientas especializadas están progresivamente siendo complementadas con herramientas para una gestión global y más integrada en la actividad del negocio.
6. Si bien la evolución de la Función de Riesgos es evidente en muchas de las compañías, el nivel de integración efectiva de la información de riesgos en la gestión es muy variable y determina y diferencia a las organizaciones más avanzadas en materia de gestión y control de riesgos.
7. La Función mantiene necesariamente su objetivo de control y lo complementa con el de apoyo en la gestión. Se constituye así en una palanca adicional de generación de valor, aportando perspectiva de análisis, en muchos casos decisiva para el soporte a la toma de decisiones de negocio.

8. Estos análisis comprenden, por ejemplo, la valoración del nivel de riesgo en decisiones de negocio o de inversión, la medición de la rentabilidad ajustada al riesgo –incluyendo los costes seguros o probables del riesgo–, la evaluación de la suficiencia de recursos para afrontar decisiones de negocio con garantías de continuidad de la actividad, el ajuste de los precios de venta de productos y servicios para el reflejo de un eventual traslado o repercusión del riesgo al cliente, la definición de los límites de actuación a la hora de comprometer recursos de la compañía de acuerdo con el perfil de riesgo deseado, y otras dimensiones de información tradicionalmente no contempladas.

Riesgo operacional

9. Dentro de los diversos dominios de riesgos citados, el riesgo operacional es uno de los más relevantes y con mayor evolución en los últimos años desde el punto de vista de medición y gestión. En el entorno financiero, la definición formal de riesgo operacional es “el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos”³.
10. En los últimos años se han desarrollado y consolidado tanto metodologías de medición de riesgos basadas en información experta, proveniente de autoevaluaciones y escenarios, como metodologías basadas en información histórica interna y externa de pérdidas. Estas metodologías permiten cuantificar de una forma sencilla, entendible y robusta los riesgos y medir las pérdidas esperadas e inesperadas que puede sufrir la compañía.
11. La metodología basada en información experta se apoya habitualmente en dos fuentes: (1) cuestionarios elaborados con el objetivo de recabar información sobre la probabilidad o frecuencia estimada de ocurrencia y el impacto de los riesgos operacionales o severidad media o ante un peor escenario, y sobre la efectividad del entorno de control; y (2) talleres o *workshops* de expertos, que de forma colegiada evalúan los impactos que podría sufrir la compañía ante diversos escenarios de riesgo.

²Se incluyen aquí tanto los distintos riesgos de mercado que afectan a la actividad de las organizaciones (riesgo de tipo de cambio, tipo de interés y *commodities* fundamentalmente) como los riesgos de crédito, contrapartida y liquidez. Adicionalmente dentro de este dominio también se incluye el riesgo estructural, entendido como aquel derivado de la propia estructura del balance de la compañía.

³Véase párrafo 644 de *Convergencia internacional de medidas y normas de capital* (Marco revisado) del Banco de Pagos Internacionales (junio de 2006).

12. Esta metodología es ampliamente utilizada para la evaluación de riesgos operacionales, debido a que permite estimar el riesgo de actividades para las que no hay historia de eventos o aportar una visión a futuro respecto a lo sucedido históricamente, y por tanto permite calcular medidas de riesgo para aquellos fenómenos de carácter menos recurrente (incluido el caso de sucesos extremos) pero de mayor impacto potencial en la compañía. Su aplicación puede reducirse a preguntas sencillas y de lenguaje cercano a los expertos, pero requiere no obstante un rigor metodológico para homogeneizar y asegurar la coherencia de las respuestas.
 13. La metodología basada en información histórica de pérdidas utiliza, en cambio, registros de eventos de riesgo operacional ocurridos en la compañía o en terceros. Con ellos se estima, a través de técnicas estadísticas, la distribución de probabilidad que mejor explica el fenómeno. La técnica requiere una decisión sobre las agrupaciones de eventos de riesgos de la misma naturaleza y que serán modelizados de forma conjunta, manteniendo un equilibrio entre el rigor estadístico (suficiencia muestral y ajuste estadístico de las distribuciones) y la intuición de negocio de las agrupaciones.
 14. Estas dos metodologías son complementarias, y la industria tiende a combinar su utilización, de modo que se integre la visión histórica (basada en datos de pérdidas) con la prospectiva (que aportan los expertos). Su utilización ofrece una información generalmente novedosa y de valor para la compañía, que permite dar un salto cualitativo en la medición de su exposición real al riesgo operacional.
- ### **Metodologías de medición del riesgo operacional en el sector energético**
15. Los métodos descritos tienen un especial interés en la evaluación de riesgos operacionales susceptibles de ser asegurados (riesgos operacionales asegurables), en la medida en que permiten valorar cuantitativamente el nivel o perfil de riesgo de las compañías en función de su siniestralidad. Estos métodos contribuyen además a aproximar las condiciones de aseguramiento más adecuadas para cada compañía en función de su nivel de retención y de su nivel de apetito al riesgo, así como de las condiciones técnicas y comerciales del programa de seguros.
 16. Los programas de aseguramiento en las compañías energéticas son una parte crítica tanto desde el punto de vista de definición del perfil de riesgo (la decisión sobre el nivel de riesgo que se desea mantener y el que se pretende ceder) como de eficiencia, en la medida en que las primas de seguros y los costes de la siniestralidad constituyen una partida muy relevante de la cuenta de resultados.
 17. Son numerosas las compañías que están evolucionando e implantando metodologías para identificar y medir el riesgo operacional y están realizando esfuerzos relevantes: despliegue de mapas de riesgos, autoevaluaciones, captura de datos de pérdidas operacionales, etc. Sin embargo, en la mayoría de compañías y de sectores esta información no se ha conseguido aún poner en valor para gestionar mejor el riesgo operacional asegurable y poder actuar sobre las pérdidas actuales (coste de la prima y siniestralidad) y potenciales (nivel de riesgo asumido).
 18. En este estudio se demuestra que la aplicación de métodos cuantitativos tiene impactos muy beneficiosos desde el punto de vista de gestión de riesgos, en la medida en que permite dar respuesta objetiva e independiente a las



preguntas relativas al nivel de riesgo asumido y deseado, y a la eficiencia del programa de seguros.

19. El documento recoge los diversos pasos de la metodología desde un punto de vista tanto teórico como aplicado: (1) la caracterización de los activos objeto de alcance, de los programas de seguros (y sus principales parámetros como franquicia o deducible, límites individuales y agregados asociados a cada ramo o riesgo y a cada actividad de negocio o tipo de activo) y de los siniestros; (2) el ajuste de las distribuciones de pérdidas; y (3) la simulación de la siniestralidad para obtener la distribución de pérdidas netas de seguros (por tanto asumidas por la compañía) aplicando a cada siniestro las condiciones de aseguramiento.
20. Como resultado de este proceso, se puede obtener también la distribución de pérdidas transferidas, cuya media es una aproximación a la prima pura que se debería satisfacer para ese programa de seguros.
21. A continuación, para encontrar las condiciones de aseguramiento óptimas se repite el proceso de simulación descrito con cambios en los parámetros del programa, lo que permite estimar el efecto que tendrían las variaciones en las condiciones de aseguramiento sobre las pérdidas retenidas y transferidas. El óptimo se encontrará en el escenario que minimice el coste total del riesgo⁴ dentro de los escenarios admisibles, en consonancia con el apetito al riesgo de la compañía.

22. El proceso anterior, que se expone en detalle en el documento, permite a las compañías:

- ▶ Cuantificar el perfil de riesgo operacional de la compañía (el nivel de riesgo y de retención) a través de las pérdidas esperadas e inesperadas (con un determinado nivel de confianza).



- ▶ Evaluar la eficiencia del programa de seguros, entendida como la idoneidad o adecuación de las primas pagadas por el programa de seguros frente al riesgo transferido al asegurador.
- ▶ Analizar el efecto de programas alternativos de aseguramiento en el coste total del riesgo y valorar productos o clausulados, como por ejemplo el *stop loss*⁵ o el análisis coste-beneficio de variaciones en los parámetros del seguro. Este análisis está, no obstante, condicionado por la disponibilidad en el mercado de programas con determinados niveles de parámetros, así como por otros componentes de la prima de seguro más allá de la prima pura (márgenes comerciales, aversión al riesgo del asegurador, prima por siniestralidad reciente o por falta de información, etc.).
- ▶ Identificar la contribución de las diferentes líneas de negocio o activos al perfil de riesgo de la compañía y, por tanto, al coste de las primas, lo que posibilita medir el efecto en coste del riesgo de los planes de mantenimiento, renovación o cambios técnicos sobre los activos.
- ▶ Contribuir a la cobertura de requerimientos regulatorios (por ejemplo, Solvencia II) actuales y potenciales, relativos a reporting y a medición y dotación de capital.

23. La aplicación de técnicas de cuantificación del perfil de riesgo como las expuestas ofrece a la compañía una herramienta útil para responder de forma objetiva e independiente a numerosas preguntas que forman parte de la agenda de las direcciones de riesgos, seguros y, en general, del negocio, para las cuales no resulta fácil ofrecer una respuesta cuantificada económicamente: ¿cuánto riesgo tiene la compañía?, ¿cuánto de este riesgo debe cederse y cuánto retenerse?, ¿qué riesgo se asume al aplicar una reducción de costes del seguro?, ¿cuál es el programa de seguros más conveniente?, ¿qué áreas son las que más contribuyen al riesgo y al coste de su aseguramiento?, ¿cómo se debe esperar que cambie la cotización de un programa de seguros si cambian determinados parámetros?, ¿en qué actuaciones preventivas o de mantenimiento merece la pena invertir desde el punto de vista de la reducción de costes y riesgo?, y otras similares.

24. Las respuestas a estas preguntas pueden obtenerse sin requerir un esfuerzo metodológico o de implantación de sistemas relevante, en la medida en que las metodologías están ampliamente contrastadas y el nivel de modelización se puede particularizar para obtener progresivamente mayores escalas de precisión, sin prescindir de una primera visión alcanzable en plazos normalmente breves.

⁴Se define el coste total del riesgo como la suma del coste del riesgo asegurado (prima de la póliza de seguros) y del coste del riesgo no asegurado (pérdidas asumidas por la compañía).

⁵Producto que limita las pérdidas totales asumibles por la compañía a un determinado importe.

La Función de Riesgos

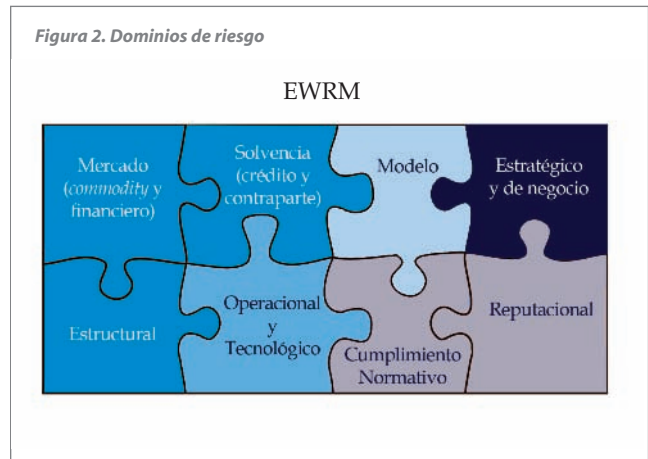


Concepto de riesgo

El riesgo en el contexto empresarial se asocia a la posibilidad de ocurrencia de una pérdida⁶, y se define de distinta forma en función de su origen. La Fig. 1 muestra algunas de las acepciones más extendidas.

A su vez, las distintas definiciones de riesgo pueden agruparse en dominios: financiero, operacional y tecnológico, de modelo, de cumplimiento, reputacional, estratégico, de negocio, etc. (Fig. 2).

- ▶ **Riesgo financiero:** en este dominio se incluyen tanto los distintos riesgos de mercado⁷ que afectan a la actividad de las organizaciones (riesgo de tipo de cambio, tipo de interés y *commodities* fundamentalmente) como los riesgos de crédito, contrapartida⁸ y liquidez. Adicionalmente, dentro de este dominio también se incluye el riesgo estructural, entendido como aquel derivado de la propia estructura del balance de la compañía.
- ▶ **Riesgo operacional y tecnológico:** el riesgo operacional se define como aquel que puede producir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, el personal y los sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos. Esta definición incluye el riesgo legal, pero excluye el riesgo estratégico y el de reputación.



⁶Otras definiciones ponen en algunos casos el centro de atención en la probabilidad de incumplimiento de objetivos en lugar de en las posibles pérdidas. ⁷El riesgo de mercado se define como la posibilidad de sufrir pérdidas en posiciones dentro y fuera de balance a raíz de oscilaciones en los precios de mercado.

⁸El riesgo de crédito se define como la posibilidad de que una de las partes de una operación pueda incumplir sus obligaciones antes de que esta se liquide. Ocurriría una pérdida económica si las operaciones o la cartera de operaciones con dicha parte tuvieran un valor económico positivo en el momento del incumplimiento. Por otro lado, el riesgo de contrapartida produce un riesgo de pérdida bilateral ya que el valor de mercado de la operación, que puede ser positivo o negativo para ambas partes, es incierto y puede variar con el tiempo a medida que lo hacen los factores de mercado subyacentes.

Figura 1. Definiciones de riesgo

DEFINICIONES DE RIESGO		
Fuente	Definición	Foco
ISO	Organizaciones de todo tipo y tamaño se enfrentan a factores internos y externos que hacen incierto si, y cuándo van a alcanzar sus objetivos. El efecto de esta incertidumbre en los objetivos de la compañía es "riesgo".	Efecto de la incertidumbre en el cumplimiento de los objetivos.
FERMA	El riesgo se puede definir como la combinación de la probabilidad de un suceso y sus consecuencias.	Visión conjunta de la probabilidad e impacto , incluyendo impacto
COSO	Los eventos pueden tener un impacto negativo, positivo o de ambos tipos a la vez. Los que tienen un impacto negativo representan riesgos que pueden impedir la creación de valor o erosionar el valor existente.	El riesgo lo representan los eventos con impacto negativo .
Consenso de mercado	La probabilidad de que acontezca un evento que puede ocasionar una pérdida económica en un intervalo temporal determinado.	Probabilidad de que ocurra un evento que tenga un impacto económico negativo .

(1) ISO 31.000.2009. (2) Guía ISO/CEI 73. (3) Enterprise Risk Management—Integrated Framework Executive Summary, September 2004. (4) Guía para la realización de Talleres de Riesgos (guía pendiente de aprobación).

- ▶ **Riesgo de modelo:** el riesgo de modelo hace referencia al conjunto de posibles consecuencias adversas derivadas de decisiones basadas en resultados e informes incorrectos de modelos, o de su uso inapropiado⁹. Los errores en un modelo pueden incluir simplificaciones, aproximaciones, hipótesis erróneas o un proceso de diseño incorrecto, mientras que su uso inadecuado contempla su aplicación fuera del ámbito para el que fueron concebidos. Todo ello puede materializarse en pérdidas financieras, eventos con impactos negativos en la reputación de la empresa o incluso sanciones.
- ▶ **Riesgo de cumplimiento normativo y reputacional:** dentro de este dominio se engloban los posibles impactos derivados de incumplir las regulaciones y normativas existentes que aplican al sector y a la compañía –y que se articulan a través de políticas y procedimientos internos–, con el consiguiente impacto económico (multas y sanciones, exclusiones, etc.). Igualmente se incluyen los potenciales impactos derivados del daño a la imagen de marca y la reputación corporativa¹⁰, así como el riesgo contable. Este último responde a una tipología de riesgo muy específica relativa al correcto y veraz reflejo económico-financiero de la realidad de la compañía y al cumplimiento de todas las normativas asociadas (SCIF, SOX, etc.).
- ▶ **Riesgos estratégico y de negocio:** este dominio se compone de riesgos relacionados con el entorno (asociados tanto a la coyuntura macro del país en el que opera la compañía como a la específica de la industria o sector del grupo), el mercado y la competencia existente, y con la toma de decisiones internas a medio y largo plazo que puedan tener impacto en la continuidad o la rentabilidad de las operaciones.

En torno a estos dominios de riesgo se ejecutan funciones de diferente naturaleza para su tratamiento, que se centran

fundamentalmente en la identificación y medición de los riesgos, su gestión (ej.: estableciendo medidas de mitigación o contratando seguros), el control de los mismos (ej.: mediante la implantación de KRI¹¹) y su reporting (Fig. 3)¹².

La Función de Riesgos

La Función de Riesgos ha evolucionado hacia enfoques *Enterprise Wide Risk Management*, que se caracterizan por aportar una visión holística de los riesgos. El modelo de referencia de dicha Función tiene varios componentes: misión y principios generales de la medición, gestión y control de riesgos, mapa de riesgos, organización, gobierno, políticas y modelos, y procesos y sistemas de soporte IT.

Misión y principios

La Función de Riesgos tiene como principal misión dar soporte a la Alta Dirección en la fijación del apetito al riesgo y velar por su cumplimiento, dando apoyo al resto de objetivos estratégicos de la compañía y facilitando la toma de decisiones. Adicionalmente, tiene como objetivo definir e implantar un marco de actuación en materia de todos los riesgos relevantes para la compañía.

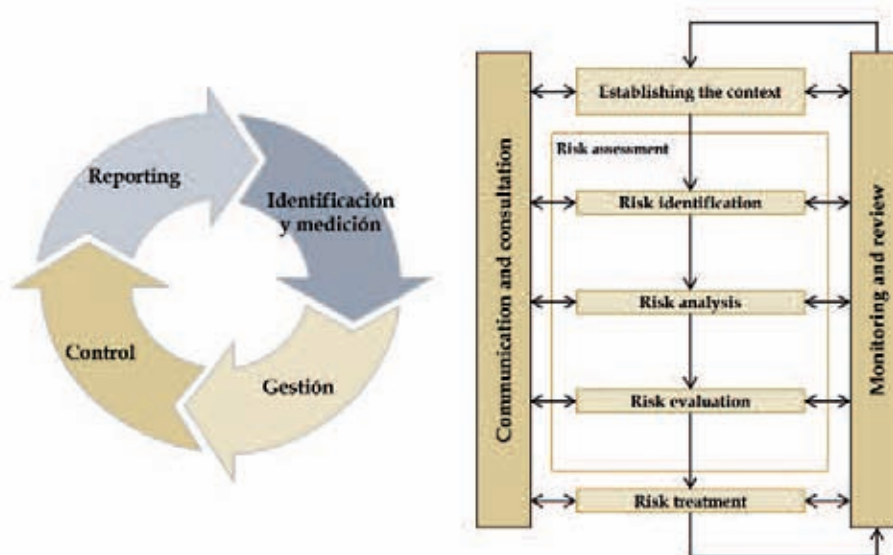
⁹Ver Management Solutions (2014).

¹⁰Entendiendo por reputación corporativa (según el Foro de Reputación Corporativa) el conjunto de percepciones que tienen sobre una compañía los distintos grupos de interés con los que se relaciona, tanto internos como externos. Es un resultado del comportamiento desarrollado por la compañía a lo largo del tiempo y describe su capacidad para distribuir valor a los mencionados grupos.

¹¹Key Risk Indicators

¹²Fuente: elaboración propia y *Risk Management – Principles and guidelines*. ISO 31000-2009. Estos procesos se pueden asociar con los anteriores de la siguiente forma: Identificación y medición se corresponde con *Establishing the Context* y con *Risk Assessment (identification, analysis and evaluation)*; Gestión, con *Risk Treatment*; Control y Reporting, con *Monitoring and Review* y con *Communication and Consultation*.

Figura 3. Ciclo de vida de la gestión de riesgos



Para ello aplica principios elementales de segregación de tareas (gestión vs. control), vigilancia e implicación permanente de la Alta Dirección, eficiencia, calidad y evolución del entorno de control.

En la Función de Riesgos coexisten tanto tareas de modelización y control (definición del tratamiento del riesgo – marco de referencia–, modelización, control agregado y reporting) como funciones relativas a la integración en la gestión (desarrollo e implantación de las políticas de riesgo y ejecución de la gestión de forma conjunta con los tomadores de riesgo).

Mapa de riesgos

El despliegue de la Función de Riesgos debe permitir tener una visión global y cubrir todas las acepciones de riesgos que pueden afectar a la compañía. Para ello, una pieza central es el mapa de riesgos, que delimita los riesgos relevantes e identifica a los responsables de su gestión y control.

El mapa de riesgos, por tanto, no solo permite identificar una taxonomía de riesgos completa, sino que también es el punto de partida para determinar los roles y responsabilidades que los distintos intervinientes en el proceso de gestión y control de riesgos ejercen dentro de la organización en relación con cada uno de los tipos de riesgos identificados. Constituye un elemento básico dentro del modelo de gestión del riesgo *enterprise-wide* y sirve como base para el desarrollo de líneas de actuación que son tendencia generalizada (por ejemplo, el mapa de aseguramiento y el *combined assurance*).

Organización y gobierno

Las responsabilidades de la Función de Riesgos bajo un modelo EWRM son ejercidas a lo largo de toda la compañía por distintas

áreas y con distintos objetivos, roles y atribuciones, aunque la Dirección de Riesgos sea la responsable última de su control.

La organización de la Función de Riesgos está condicionada, entre otros aspectos, por los tipos de riesgos que gestiona, la ubicación de determinadas funciones dentro de la empresa y su dimensión local o global. En todo caso las funciones básicas de riesgos deben ser ejecutadas garantizando la segregación entre la gestión y el control.

Las tareas de gestión y control de riesgos (y los intervinientes que las desempeñan) se pueden agrupar en tres líneas de defensa (Tabla 1):

- ▶ **Primera línea de defensa (Risk Management).** Responsable de la identificación de los riesgos y su evaluación, su seguimiento y el establecimiento de planes de acción. Estas funciones son normalmente ejercidas por las propias áreas de negocio tomadoras de los riesgos, así como por áreas especialistas de gestión de riesgos.
- ▶ **Segunda línea de defensa (Risk Control).** Esta línea de defensa asume, en su función de control y supervisión del riesgo, la revisión del cumplimiento por parte de la primera línea de las políticas y procedimientos para la gestión de riesgos, así como la validación de los modelos y metodologías utilizadas. Estas funciones suele ejercerlas un área centralizada de Control Global del Riesgo, liderada por un *Chief Risk Officer* (CRO) que aporta una visión integral, transversal e independiente con respecto a la primera línea de defensa.
- ▶ **Tercera línea de defensa (Risk Audit).** Por último, la tercera línea desempeña funciones de revisión independiente de los procesos para asegurar que existe una función efectiva de gestión y control del riesgo implantada en la entidad. En términos generales, esta función es ejercida por el área de Auditoría Interna.

Tabla 1. Líneas de defensa

Acepciones de riesgo	"Dominios"	Líneas de defensa		
		1ª línea	2ª línea	3ª línea
Mercado (Commodity, T. Interés, FX y Equity)	Financiero	Risk Management (Negocios y Riesgos especialistas)	Risk Control (Riesgos EWRM / Control Interno)	Risk Audit (Auditoría Interna)
Solvencia (crédito, contraparte y concentración)				
Estructural (T. Interés, FX, Commodity y Liquidez)				
Operacional	Operacional y Tecnológico			
Tecnológico				
Riesgo de modelo	Modelo			
Cumplimiento normativo	Cumplimiento y Reputacional			
Reputacional				
Estratégico	Estratégico y de negocio			
Negocio				
Riesgo agregado (Capital)				

El gobierno de la Función de Riesgos hace referencia a la estructura de órganos de gobierno y comités de la compañía con responsabilidades sobre la gestión y el control de riesgos, así como a la estructura de delegación de facultades para la toma de decisiones en el ámbito de riesgos

En este sentido, las organizaciones con mayor madurez en gestión de riesgos contemplan la existencia, por un lado, de un Comité Central de Riesgos (*Board Risk Committee, BRC*) con dependencia directa del Consejo y participación de los principales intervinientes en la gestión de riesgos (CEO¹³, CRO, CFO¹⁴, presidente del Comité de Auditoría, etc.; Fig. 4); y por otro, de una serie de comités adicionales con una participación en la gestión de riesgos más tangencial¹⁵.

Políticas y modelos

Para el adecuado despliegue de la Función de Riesgos es necesario definir una jerarquía de políticas que parte de un *risk framework* o marco de riesgos con visión integral (que debiera ser aprobado por el Consejo de Administración), que se desarrolle posteriormente para cada acepción de riesgo en normativas de menor rango (modelos de gestión, políticas y procedimientos, etc.).

Una de las políticas más relevantes, y que constituye un ámbito de actuación en el que las compañías están invirtiendo importantes esfuerzos, es el apetito al riesgo, definido como el nivel de riesgo que una compañía quiere asumir en busca de rentabilidad y valor. Puede expresarse a través de un conjunto de statements cuantitativos y cualitativos que definen el perfil de riesgo deseado. Análogamente a lo comentado para el marco de riesgos, el apetito al riesgo debe ser aprobado por el Consejo de Administración y se desarrolla posteriormente en una estructura de límites de menor rango consistente con el apetito aprobado.

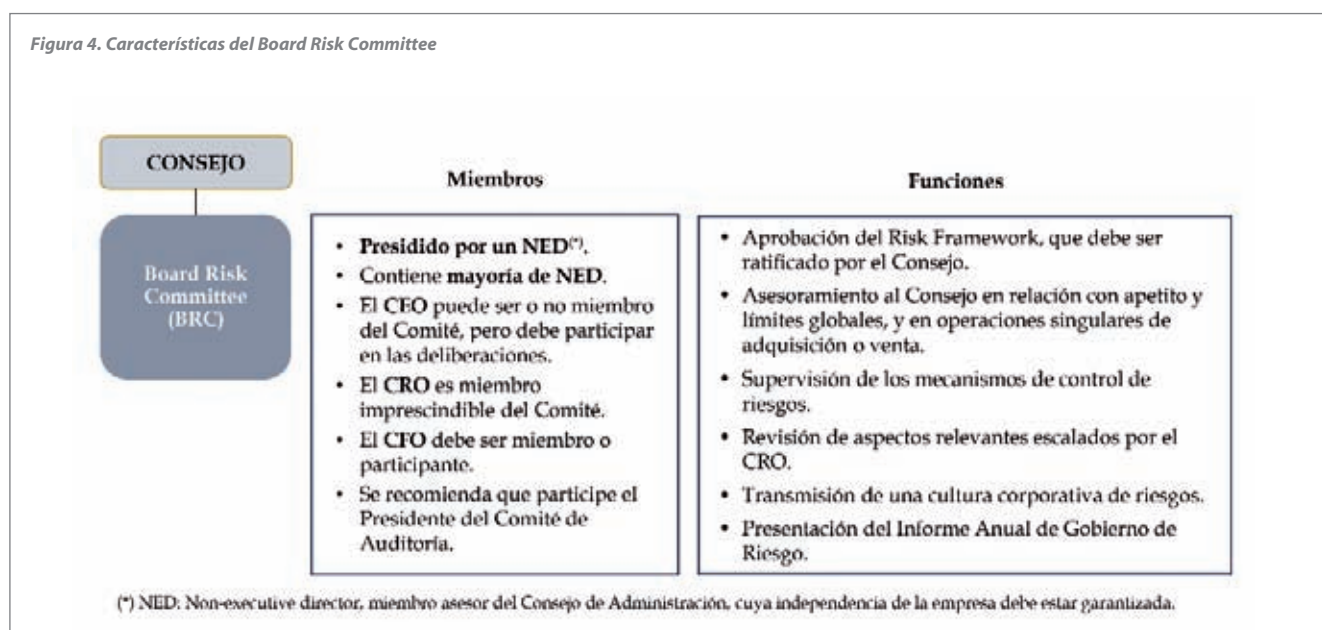
Por otro lado, la Función de Riesgos se apoya, para la medición y la toma de decisiones, en modelos y metodologías de distintos tipos. El marco de riesgos desarrolla las directrices sobre los tipos de modelos a utilizar para la medición, gestión y control del riesgo, así como para su integración en la gestión. Estas metodologías deben estar documentadas en detalle a través de manuales de procedimientos, documentos metodológicos, etc., que deberán ser consistentes con la jerarquía de políticas definida y con los modelos de gestión existentes en la organización, y que deben considerar posibles particularidades en función de las geografías o negocios en los que opere la compañía.

Procesos y sistemas IT

Por último, la Función de Riesgos se apoya en un conjunto de procesos y de sistemas IT (herramientas de gestión, motores de cálculo y sistemas de información) de soporte. Los procesos desarrollan en profundidad los principios y objetivos definidos, así como la jerarquía de políticas de alto nivel de la compañía para ordenar y facilitar el despliegue de las funciones de gestión, control y seguimiento de los riesgos.

Por otro lado, la gestión de riesgos se sirve de un modelo de información soportado por sistemas capaces de capturar todas las fuentes materiales de riesgo necesarias para evaluar el efecto que los cambios en los factores de riesgo puedan tener sobre el valor o el resultado desde un punto de vista económico y contable. Esta información debe ser completa y reciente para permitir la comprensión del nivel y la naturaleza de los riesgos a los que está expuesta la compañía.

Conforme a estas premisas, la arquitectura básica del soporte de la Función de Riesgos requiere:



- ▶ **Herramientas de gestión** que den soporte a los principales procesos de riesgos (ej.: admisión, seguimiento, etc.).
- ▶ **Motores de cálculo** que faciliten la medición (y posterior control) de acuerdo con metodologías definidas.
- ▶ **Repositorios y herramientas de explotación de información** que soporten los procesos de generación de información para la toma de decisiones y la medición, seguimiento y control de los riesgos. Deben contemplar tanto datos transaccionales u operativos (ej.: eventos de riesgo operacional internos) como de clientes o de mercado (ej.: datos de cotizaciones utilizados en los procesos de valoración de riesgos de mercado).

En la actualidad, no obstante, no existe una aproximación única a un mapa de sistemas o modelo de arquitectura de soporte global a la Función de Riesgos. En el mercado existen tanto herramientas de gestión de riesgos especialistas como soluciones holísticas con un enfoque *enterprise-wide*, que generalmente son utilizadas no solo para abordar la gestión del riesgo, sino también para dar cobertura a las funciones de auditoría, control interno y cumplimiento. En ocasiones los modelos de arquitectura de la Función de Riesgos combinan soluciones de mercado con otros desarrollos *in-house* o con adaptaciones sobre los ERPs¹⁶ corporativos.

Esta heterogeneidad en la arquitectura tecnológica presenta ciertos inconvenientes, en especial a la hora de integrar los riesgos en la gestión. En línea con lo anterior, el soporte tecnológico está comenzando a ser objeto de regulación, en la medida en que las deficiencias pueden provocar problemas de integridad en la información de riesgos. En concreto, en el ámbito financiero se ha publicado normativa que obliga a revisar el reporting de riesgos, conocida como RDA&RRF¹⁷ (Figs. 5 y 6).

Figura 6. Principios de agregación de datos e informes de riesgos



¹³Chief Executive Officer.

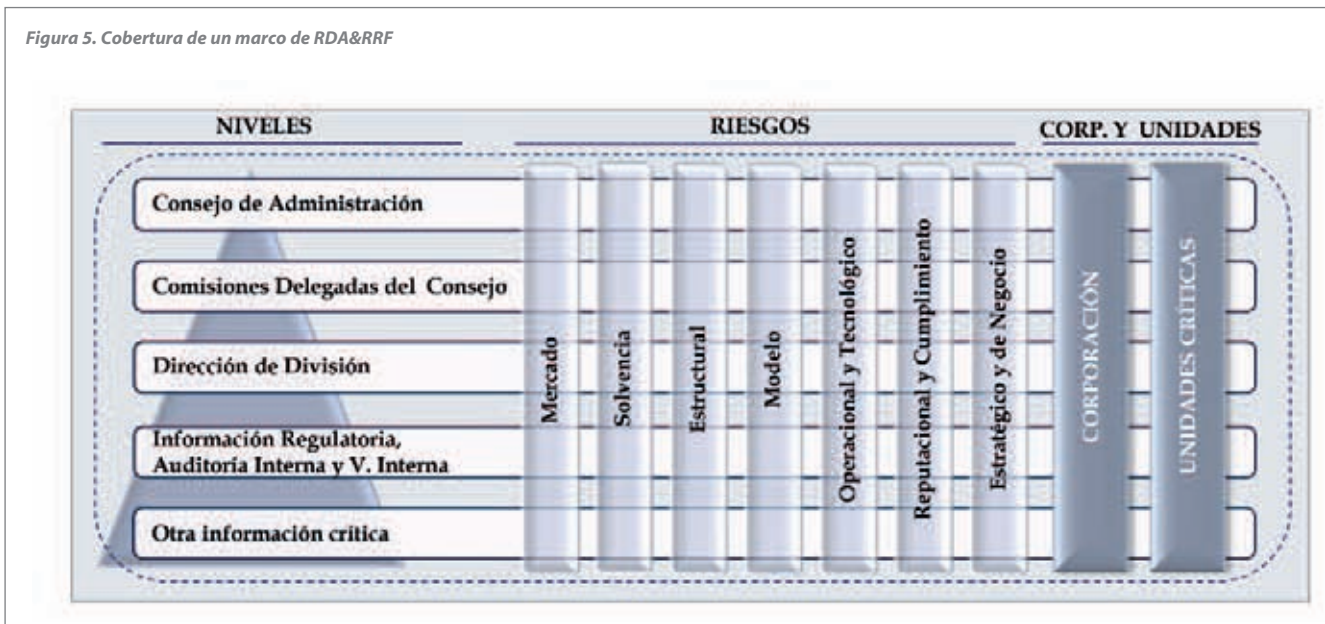
¹⁴Chief Financial Officer.

¹⁵Como el Comité de Auditoría, el Comité de Remuneraciones, el Comité de Nombramientos y RRHH o el Comité de Cumplimiento y Ética.

¹⁶Enterprise Resource Planning.

¹⁷Risk Data Aggregation & Risk Reporting Framework, en la publicación Principles for effective risk data aggregation and risk reporting, BCBS (2013).

Figura 5. Cobertura de un marco de RDA&RRF



Evolución de la Función de Riesgos en el sector energético

La configuración de la Función de Riesgos en la industria energética ha experimentado importantes cambios en distintos ámbitos en los últimos años. Las organizaciones son conscientes de la relevancia y los beneficios que una Función de Riesgos madura puede aportar a la consecución de sus objetivos, además de asegurar el cumplimiento de los cada vez más intensos requerimientos regulatorios y fortalecer la imagen de la compañía ante distintos grupos de interés internos y externos.

En lo referente a la **misión y principios**, en los últimos tiempos se está consolidando la práctica de definir y hacer explícita la misión de la Función de Riesgos como parte de la cultura corporativa, tanto internamente como de cara a los *stakeholders*; y se está potenciando el principio fundamental de independencia de las funciones de control con respecto a las de gestión o toma de riesgos (por ejemplo, en los riesgos financieros).

En cuanto al **mapa de riesgos**, las compañías han realizado avances significativos en su elaboración a través de la definición de una taxonomía que permita obtener una visión global de los riesgos que afectan a sus actividades, completándola con la identificación de los roles y responsabilidades que desempeñan distintas áreas en la gestión de dichos riesgos.

En materia de **organización y gobierno**, en sectores no financieros la Función de Riesgos no siempre ha existido de forma explícita y, en caso de hacerlo, solía encontrarse ubicada en un segundo nivel organizativo, habitualmente bajo la dependencia de Direcciones Generales Económico-Financieras¹⁸. En este sentido, ha sido práctica generalizada constituir una unidad específica de Riesgos en torno al dominio de riesgos financieros y, en ocasiones, en torno a los riesgos operacionales y tecnológicos.

Más recientemente, se está avanzando hacia la creación de la figura del CRO y el desarrollo de una visión global e integral de la gestión de todos los riesgos relevantes para la compañía. En ocasiones, estas unidades de reciente creación (en las que se desarrollan las funciones propias de la segunda línea de defensa) son las que están impulsando y catalizando el desarrollo de otros dominios de riesgo.

En el ámbito de **políticas y modelos**, las compañías han trabajado fundamentalmente en la consolidación de las políticas de riesgos, y en el refinamiento de las metodologías de medición y los procedimientos de seguimiento y control. De forma más reciente (y derivado del incremento de la presión regulatoria), también se está abordando la definición del apetito al riesgo, junto con su despliegue en la organización.

Por último, en cuanto a los **procesos y soporte tecnológico** de la Función de Riesgos, la industria energética lleva años realizando un esfuerzo relevante en la sistematización de la medición y el control de los riesgos financieros y operacionales, dando soporte a las funciones de la primera línea de defensa.

En la actualidad el reto de las compañías se encuentra fundamentalmente en potenciar el soporte tecnológico de control y reporting de riesgos, así como en desarrollar aquellos ámbitos de riesgo menos evolucionados, como el riesgo operacional.

En síntesis, las organizaciones están realizando esfuerzos en tres líneas de actuación principales:

- Definir y desplegar nuevas funciones de riesgos que desarrollen con mayor profundidad el modelo de tres líneas de defensa, e impulsar iniciativas focalizadas en fomentar una gestión de riesgos global con la participación e interrelación de todas las áreas de la compañía (como la definición del marco relativo al apetito al riesgo o el concepto de “*combined assurance*”¹⁹).



Tabla 2. Principales referencias normativas

Organismo	Ámbito	Publicación	Principales aspectos
BCBS (BIS)	Mundial	<i>Principles for Enhancing Corporate Governance (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Gobierno (comités del Consejo) y organización Remuneración
COSO	Mundial	<i>Enterprise Risk Management -- Integrated Framework (2004) (COSO II)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Gestión de riesgos corporativos y Control interno
IIF	Mundial	<i>Implementing robust risk appetite frameworks to strengthen financial institutions (2011)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Apetito al riesgo <i>Stress and scenario testing</i>
ISO	Mundial	<i>Risk Management – Principles and guidelines. ISO 31000-2009</i>	<ul style="list-style-type: none"> Guías para la implementación de procesos de gestión de riesgos
EBA	Europa	<i>Guidelines on Internal Governance (GL-44) (2011)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Líneas de defensa CRO, Control Interno, <i>Compliance</i> y Auditoría
European Commission (Liikanen)	Europa	<i>High-level Expert Group on reforming the structure of the EU banking sector (2012)</i>	<ul style="list-style-type: none"> <i>Ring-fencing</i> Gobierno corporativo
Senior Supervisors Group	Europa	<i>Observations on Developments in Risk Appetite Frameworks and IT Infrastructures(2010)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Apetito al riesgo: <i>governance</i>, alcance y seguimiento
ESMA / U.S.A.	Europa /EE.UU.	<i>European Market Infrastructure Regulation / Dodd–Frank Act</i>	<ul style="list-style-type: none"> Reporting de operativa a un <i>trade repository</i> Posibles obligaciones de compensación y adopción de técnicas de mitigación de riesgo.
Independent Commission on Banking (Walker)	Reino Unido	<i>A review of corporate governance in UK banks and other financial industry entities (2009-ongoing)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Comité de Riesgos del Consejo (BRC) CRO NEDs
PRA (ant. FSA)	Reino Unido	<i>Effective corporate governance (CP 10/3 y PS 10/15) (2010)</i>	<ul style="list-style-type: none"> Implementación del Walker Review <i>Significant Influence Functions (SIFs)</i>

- ▶ Integrar la Función de Riesgos en la gestión de los negocios, y por tanto potenciar su participación en la toma de decisiones estratégicas o con posible impacto profundo en los negocios.
- ▶ Desarrollar dominios de riesgo tradicionalmente menos avanzados en cuanto a su medición y gestión. En este sentido, cabe destacar la sofisticación de la metodología de riesgo de crédito comercial o del riesgo de contrapartida (así como su interrelación con el riesgo de mercado), el riesgo medioambiental, el riesgo de cumplimiento, el riesgo de modelo o el riesgo operacional, que se tratará más adelante.

locales, así como por acuerdos de grupos y asociaciones de compañías, el mundo académico e instituciones independientes (ej.: COSO).

La posición de todos estos organismos es convergente y apunta hacia un mayor desarrollo de la Función de Riesgos. En la Tabla 2 se muestran de forma no exhaustiva algunas de las principales regulaciones y publicaciones que afectan a la industria, incluyendo una referencia específica a la normativa propia del sector financiero, dado su especial nivel de desarrollo.

Contexto normativo

La evolución de la Función de Riesgos en las organizaciones en gran medida viene alentada, y en algunos aspectos regulada, tanto por organismos supranacionales como por reguladores

¹⁸En la industria financiera la Función de Riesgos en general se sitúa en el primer nivel de la organización (Dirección General o VP dependiente de presidencia o CEO).

¹⁹El modelo de combined assurance es una evolución del EWRM que se enfoca en la actuación integrada y coordinada de todos los intervinientes en la gestión de riesgos, tanto internos como externos. Los principales objetivos de este modelo son optimizar el aseguramiento de los riesgos e integrar toda la información asociada al aseguramiento en una visión única, consensuada y más clara, sobre el estado de la gestión de riesgos en la compañía.

Riesgo operacional



Concepto de riesgo operacional

Las definiciones de riesgo operacional varían desde visiones amplias, que incluyen en este dominio todo aquello que no pueda ser considerado riesgo de negocio, hasta visiones más restrictivas, que incluyen el riesgo de pérdidas resultado de procesos internos inadecuados o erróneos, personas, sistemas o sucesos externos.

En el sector financiero, una de las definiciones comúnmente aceptadas es la recogida en el acuerdo de Basilea II: “el riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, personas o sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos”. Esta definición es relevante, ya que debido a la inexistencia de definiciones adaptadas y ampliamente aceptadas en otros sectores, suele ser utilizada como referencia.

Habitualmente se entiende como pérdida por riesgo operacional todos aquellos costes extras derivados de eventos en los que no se habría incurrido de no haberse producido dichos eventos. En el cálculo de las pérdidas se incluyen generalmente quebrantos, contingencias legales y restituciones y, en el caso de la industria no financiera, se suelen incluir también los costes de oportunidad y el lucro cesante.

El importe de la pérdida puede verse reducido mediante su recuperación parcial o total. Las recuperaciones suelen clasificarse en directas (producidas por gestiones realizadas por la compañía) e indirectas (producidas generalmente por la existencia de seguros).

Clasificación e identificación de riesgos operacionales

Para clasificar los tipos de riesgo operacional en la industria, vuelve a cobrar especial relevancia el acuerdo de capital de Basilea II, cuya clasificación en siete tipos se utiliza con frecuencia como punto de partida en aquellos sectores donde la gestión del riesgo operacional no está tan intensamente regulada:

- ▶ **Fraude externo:** pérdidas derivadas de actuaciones por parte un tercero encaminadas a defraudar, apropiarse de bienes indebidamente o a soslayar la legislación.
 - ▶ **Relaciones laborales y seguridad en el trabajo:** pérdidas ocasionadas por actuaciones incompatibles con la legislación o acuerdos laborales, de higiene o seguridad en el empleo, del pago de reclamaciones por daños a las personas, o de eventos de diversidad o discriminación.
 - ▶ **Prácticas con clientes, productos y negocios:** multas, indemnizaciones y gastos ocasionados por infracciones de la normativa vigente cometidas por la entidad, y por reclamaciones de clientes que hayan sufrido un quebranto económico o se consideren perjudicados por la acción de la entidad.
 - ▶ **Daños en activos físicos:** daños a activos materiales como consecuencia de desastres naturales u otros acontecimientos.
 - ▶ **Incidencias en el negocio y fallos en los sistemas:** pérdidas directas derivadas de fallos en los sistemas que soportan la actividad de la entidad.
 - ▶ **Ejecución, entrega y gestión de procesos:** pérdidas derivadas de errores en el procesamiento de operaciones o en la gestión de procesos, así como de relaciones con contrapartes comerciales y proveedores.
- En el caso particular del sector energético, las clasificaciones de riesgo operacional suelen ser similares a la anterior, dado que se suelen basar en el origen del riesgo. Es decir, se distinguen categorías para riesgos relativos a las personas (ej.: seguridad y salud), los procesos (ej.: gestión de activos productivos), los sistemas (ej.: seguridad de la información) y los eventos externos (ej.: medioambiente). Es habitual que las organizaciones incluyan el riesgo de cumplimiento, así como el de ética y conducta, dentro del dominio de los riesgos operacionales.
- En el marco de los riesgos operacionales asegurables, objeto de este documento, es habitual que las clasificaciones de riesgo se vinculen con ramos del seguro: daños materiales y pérdida de beneficio, responsabilidad civil, riesgo político, transporte de mercancías, etc.

Una vez establecida una clasificación de riesgos operacionales, las compañías tratan de identificar los riesgos concretos a los que están expuestas por el desempeño de su actividad, para lo que existen distintos enfoques:

- ▶ **Enfoque extensivo o bottom-up:** orientado a la identificación de la totalidad de riesgos de la compañía. Se realiza a través de una revisión detallada de los procesos, lo que suele arrojar como resultado varios miles de riesgos. En este enfoque, la identificación de riesgos suele venir acompañada de la identificación de los controles existentes en cada proceso para la mitigación de los riesgos. Un ejemplo de aplicación de este enfoque son los modelos de control derivados de la ley Sarbanes-Oxley. Tiene la ventaja de que alcanza un grado de completitud y exhaustividad elevado, y el inconveniente de que requiere la dedicación de muchos recursos de la organización.
- ▶ **Enfoque intensivo o top-down:** orientado a la identificación de los principales riesgos de la compañía. Se realiza a través de la identificación de los riesgos más habituales de cada categoría y su cruce con las líneas de negocio para determinar su aplicabilidad, y suele arrojar como resultado varios cientos de riesgos. Un ejemplo de aplicación de este enfoque es la estimación de riesgos realizada en áreas de auditoría interna para la planificación de su actividad. Tiene la ventaja de que permite orientar los esfuerzos hacia la gestión de los grandes riesgos y el inconveniente de que puede pasar por alto algunos de ellos.

Las metodologías que se describen a continuación son válidas independientemente de la clasificación y enfoque de identificación de riesgos que se haya elegido.

Metodologías de evaluación del riesgo operacional

Una vez identificados y clasificados los riesgos operacionales, es necesario evaluar su importancia. Para ello se pueden utilizar diferentes enfoques y metodologías.

Las metodologías de evaluación pueden ser clasificadas conforme a las fuentes de aprovisionamiento de datos en las que se sustentan. Atendiendo a este criterio, se puede distinguir entre aquellas que utilizan información experta, como la metodología de análisis de escenarios, y las que se basan en información histórica de eventos de pérdidas operacionales, como la metodología de distribución de pérdidas o *loss distribution approach* (LDA) (Tabla 3).

Esta clasificación es útil a efectos didácticos, si bien, en la práctica, se utiliza la información de las diferentes fuentes disponibles en cualquiera de las metodologías descritas.

Metodologías basadas en información experta

Las metodologías basadas en información experta son aquellas empleadas para la evaluación de los riesgos operacionales a través de las estimaciones facilitadas por los profesionales de la organización ("expertos") que mejor conocimiento e información tengan sobre los riesgos que se evaluarán, siguiendo unos criterios previamente establecidos.

Existen diferentes técnicas para llevar a cabo la evaluación del riesgo operacional a partir de información experta; las más extendidas son los cuestionarios de autoevaluación y el análisis de escenarios:

²⁰Como puede ser el caso de fenómenos climáticos extremos como "El Niño". Este se caracteriza, entre otros elementos físicos y atmosféricos, por un calentamiento de la temperatura de las aguas en la parte central y oriental del Pacífico tropical, produciendo alteraciones climáticas con desastrosas consecuencias (lluvias intensas, ciclones, sequías, erosión y oleajes, etc.).

Tabla 3. Principales fuentes de información

Fuentes de Información	Características	Ventajas	Inconvenientes
Información experta	Métodos de evaluación habituales: - Cuestionarios: utilizados para recoger información sobre la evaluación de riesgos y controles por parte de los responsables de negocio. - Análisis de escenarios: sesiones de trabajo en las que expertos analizan en profundidad riesgos relevantes.	- Permite estimar riesgo operacional de actividades para las que no hay historia de eventos (especialmente útil para riesgos de elevado impacto y baja frecuencia ²⁰). - Aporta visión sobre la posible evolución del riesgo en el futuro (consideración de cambios sufridos por los activos, los procesos, el entorno de control, etc.).	- Es difícil homogeneizar los criterios de evaluación entre los múltiples evaluadores. - Requiere un ejercicio riguroso por parte del evaluador y capacidad de abstracción para situarse en escenarios hipotéticos
Bases de datos de incidentes y pérdidas internas	- Listado de pérdidas propias de la compañía e incidentes en estadios previos que pueden no - - Información básica: - Fecha de ocurrencia. - Causa. - Pérdida bruta. - Pérdida neta. - Riesgo y línea de negocio.	- Aporta información detallada de los eventos internos acaecidos en la compañía. - Constituye uno de los principales inputs para las aseguradoras para cotizar un programa de seguros.	- Requiere procedimientos y sistemas internos de captura habitualmente no disponibles en industria no financiera salvo en el caso de siniestros declarados. - Suele haber pocos eventos de baja frecuencia y alto impacto.
Bases de datos de pérdidas externas	- Bases de datos públicas que recopilan información suministrada por proveedores. - Bases de datos de consorcios de entidades (locales o internacionales).	- Permite incorporar eventos que podrían llegar a ocurrir en la compañía.	- Presentan en muchos casos falta de información de los eventos (ej.: fecha del evento, causa, etc.). - Requiere aplicación de factores de escalado y criterios de ajuste al tamaño y características de la compañía.
Indicadores (KRI)	- Métricas y ratios que aportan información sobre el nivel de riesgo operacional.	- Alertan sobre cambios que puedan ser reveladores de evoluciones negativas en la exposición al riesgo. - Permiten establecer límites para desencadenar acciones.	- Requieren procedimientos y sistemas internos de captura de la información.

Figura 7. Ejemplo de escalas de evaluación

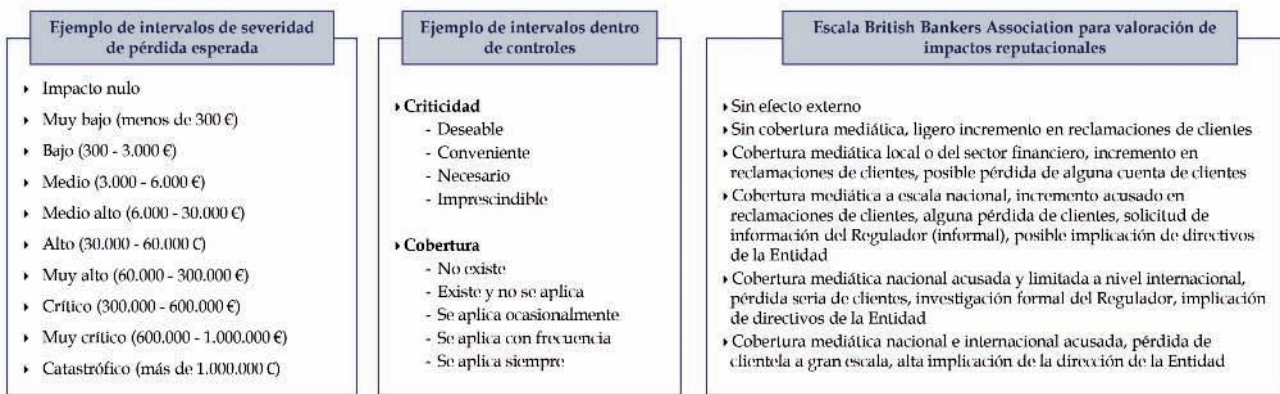
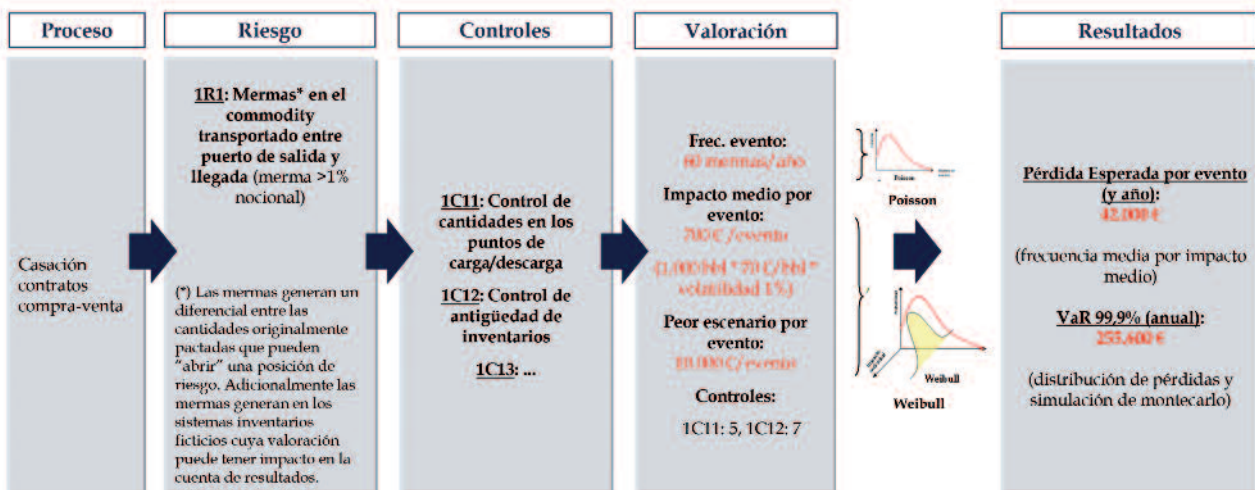


Figura 8. Ejemplo de modelización mediante frecuencia media, impacto medio y peor escenario



► **Cuestionarios de autoevaluación:** técnicas basadas en la recopilación de información del experto a través de cuestionarios, cuyo diseño está enfocado a obtener información sobre el impacto y la frecuencia de los riesgos identificados, la efectividad de los controles existentes y la posibilidad de establecer controles adicionales, y la monitorización del desarrollo y seguimiento de los planes de mejora continua.

El resultado de los cuestionarios es la valoración subjetiva realizada por los gestores operacionales. La compañía debe asegurar la correcta definición de criterios para la evaluación y el rigor e imparcialidad durante el proceso de cumplimentación.

También se suelen reconocer impactos diferentes de los puramente económicos, como los reputacionales, de cumplimiento o de consecución de objetivos, que se suelen evaluar con escalas cualitativas (Fig. 7).

A partir de estas evaluaciones se pueden realizar aproximaciones a métricas de riesgos como la pérdida esperada (cualitativa) y la máxima pérdida potencial (VaR cualitativo) con un determinado nivel de confianza²¹ y a un horizonte temporal dado²² (Fig. 8).

Finalmente, tanto el dato de pérdidas recurrentes (pérdidas esperadas) como el de exposición potencial (pérdida inesperada) se pueden convertir a una escala cualitativa conforme a la cual se presentan los resultados. Se suele hablar, por tanto, de exposición potencial y pérdidas recurrentes bajas, medias, altas y muy altas.

Por último se evalúan los controles asociados a los diferentes riesgos y se revisa la existencia de riesgo reputacional asociado, así como la determinación de su grado de importancia.

²¹99,9% de forma habitual.

²²Con frecuencia 1 año.

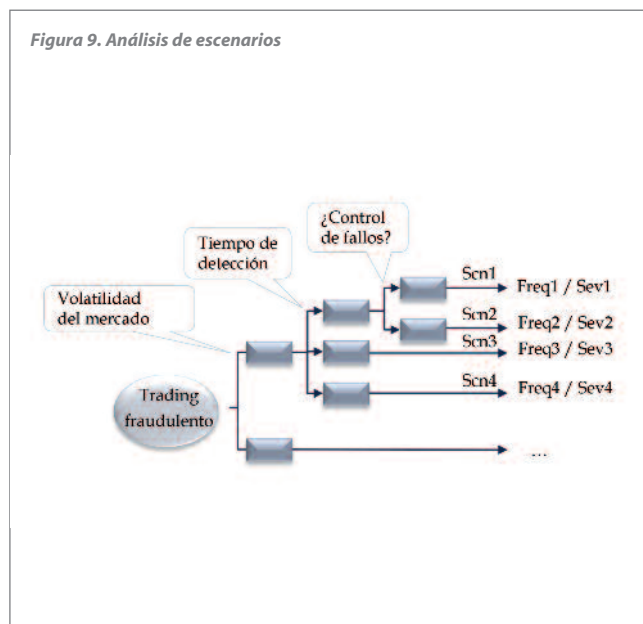
► **Análisis de escenarios:** el análisis de escenarios es una metodología basada en la definición de situaciones hipotéticas de materialización de riesgos operacionales, que son analizadas por grupos de expertos con el fin de:

- Identificar y evaluar los riesgos más complejos y relevantes para la compañía.
- Promover la cultura de gestión del riesgo a través de la participación de personas responsables de distintas áreas de la organización.
- Establecer acciones de prevención o mitigación que deban desencadenarse con rapidez ante un evento operacional.

Los análisis de escenarios suelen llevarse a cabo mediante talleres o *workshops* en los que participan distintos profesionales de la organización, que aportan conocimiento de los procesos de negocio, (ej.: áreas de negocio), del ambiente de control relacionado con cada riesgo (ej.: áreas de control interno o control de riesgos), de las condiciones internas y externas que puedan tener incidencia en la evaluación del riesgo (ej.: áreas de sistemas), etc., coordinados por un experto en riesgo operacional, que aporta método y directrices.

El método consiste esencialmente en definir una situación de riesgo que se considere que pueda ocurrir en la compañía y plantear sucesivamente hipótesis de tipo *what if* que conduzcan a salidas distintas en términos de probabilidad e impacto (Fig. 9).

A partir de esta información, se ajustan distribuciones de probabilidad de frecuencia y de severidad, y mediante su convolución se construye la distribución de pérdidas, de la que se obtienen la pérdida esperada e inesperada.



Metodologías basadas en fuentes de datos cuantitativos

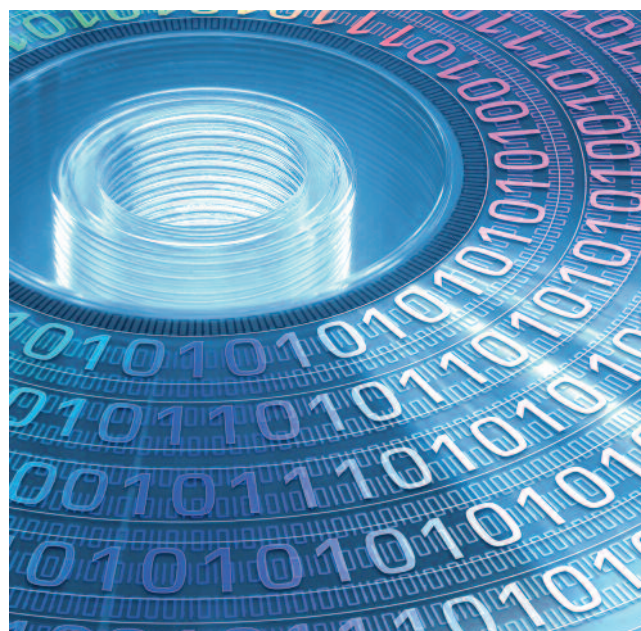
Las metodologías basadas en datos cuantitativos se sustentan en una etapa previa de recopilación y análisis de pérdidas derivadas de eventos de riesgo operacional. En el caso del sector financiero, las entidades suelen disponer de eventos recopilados de forma interna o externa. Sin embargo, en el caso de las compañías del sector de la energía, no es habitual que se disponga de una base de datos interna de eventos (salvo los siniestros declarados), y tampoco de fuentes externas. Por este motivo, el primer paso para abordar estas metodologías es preparar y estructurar la información para poder aprovisionar los procesos de medición del riesgo.

Hay dos tipos de bases de datos de pérdidas por eventos de riesgo operacional:

Base de datos de pérdidas internas. Constituye la pieza clave sobre la que se sustentan las metodologías basadas en fuentes de datos cuantitativos. Debe ayudar a mejorar el entendimiento del riesgo operacional, a facilitar el establecimiento de medidas correctoras que mejoren su control, a permitir la comparación entre los resultados cualitativos y cuantitativos y a sentar las bases para la implantación de metodologías basadas en la propia historia de pérdidas de la compañía.

Base de datos de pérdidas externas. Basilea II considera que las bases de datos de pérdidas internas de las entidades no son suficientemente profundas ni fiables para modelizar el riesgo operacional en la aplicación de modelos avanzados (AMA²³) y, por tanto, requiere que se complementen con la utilización de datos de pérdidas externas.

²³Advanced Measurement Approach.



Análisis de escenarios

El análisis de escenarios permite determinar las características de la distribución de pérdidas asociada a un determinado riesgo operacional a través de:

- ▶ La estimación de n escenarios de pérdida que se consideren factibles, caracterizados por su frecuencia y severidad (expresados habitualmente de forma: uno de cada d años ocurre un evento de s euros).
- ▶ El ajuste de la mejor distribución de severidad dentro del abanico de distribuciones estadísticas habituales para riesgo operacional (Weibull, gamma, lognormal, etc.).
- ▶ La estimación de una distribución de pérdidas a partir de los datos proporcionados.

Habitualmente se utilizan dos posibles técnicas, dependiendo de si se identifica el escenario medio o no²⁴. (Fig. 10).

Las principales características de cada uno de los métodos son las descritas en la Fig. 11.

Cualquiera de las técnicas expuestas resuelve el problema de cuantificación del riesgo operacional a partir de la estimación de escenarios por parte de expertos mediante el ajuste de distribuciones estadísticas. Sin embargo, en el caso de proporcionarse el escenario medio, el enfoque es válido para cualquier número de escenarios.

Una de las ventajas del análisis de escenarios es que parte de frases sencillas para el evaluador (cada x años se pierden y euros) y proporciona un criterio objetivo para elegir la mejor distribución entre el abanico de posibilidades. Además, el desarrollo matemático puede ser soportado por un motor de cálculo de forma prácticamente transparente para el usuario (que no requiere de conocimiento estadístico).

Ambas metodologías permiten obtener una estimación de los riesgos existentes y pueden ser complementadas con métodos que se apoyen en fuentes de información cuantitativa.

Clases de riesgo operacional

El alta de una ORC es un proceso iterativo en el que a partir de los cruces establecidos (ORC base), se estudian ORC candidatas (o cruces de eventos) susceptibles de formar parte de dicho grupo por contar con un perfil de riesgo similar.

Apoyándose en técnicas de análisis descriptivo de variables (índices de localización o tendencia central, índices de variabilidad o dispersión, índices de forma²⁵, índices de posición²⁶, *box-plots*, histogramas, etc.) y de análisis exploratorio (*mid-summary*, p -

sigma, etc.), es posible confrontar las muestras de datos y detectar patrones que la serie candidata pueda producir en la serie base y decidir sobre su agregación.

Las clases de riesgo operacional aportan consistencia al proceso de cálculo, por los motivos siguientes:

- Homogeneizan los procesos origen de los riesgos operacionales.
- Permiten agrupar eventos y obtener un número suficiente de cara a la modelización.
- Aportan homogeneidad estadística a las muestras (batería de indicadores y gráficos estadísticos de análisis descriptivo, exploratorio y de premisas del modelo).
- Sientan una base estadística trasladable al resto de fuentes: externas y conformadas a partir de escenarios sobre juicios expertos.

Figura 11. Principales características de las técnicas de análisis de escenarios

Caso sin escenario medio

- Metodológicamente, es difícil encontrar distribuciones que ajusten bien a todos los escenarios.
- El evaluador debe estimar escenarios representativos de las distintas partes de la distribución de severidad.

Caso con escenario medio

- Es más fácil encontrar distribuciones que ajusten bien a los escenarios.
- Se puede obtener la pérdida esperada directamente a partir del escenario medio sin necesidad de realizar ajustes estadísticos.
- Con pocos escenarios se obtiene un buen ajuste del cuerpo y la cola de la distribución.

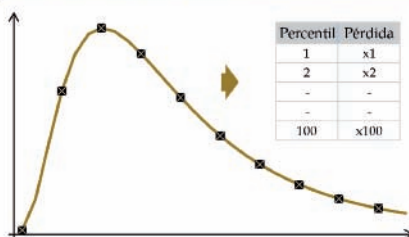
²⁴La metodología sería igualmente aplicable si el evaluador estimara el escenario que más veces ocurre en lugar del escenario medio, es decir, la moda en lugar de la media.

²⁵Asimetría y curtosis.

²⁶Cuartiles y percentiles.

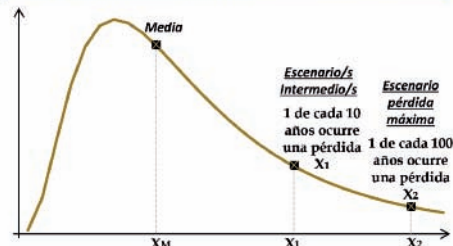
Figura 10. Ejemplos de análisis de escenarios con y sin escenario medio

Caso sin escenario medio



- ▶ Se estiman escenarios en varios puntos de la distribución.
- ▶ A partir de los datos de entrada se ajusta una distribución estadística para la frecuencia y la severidad.

Caso con escenario medio



- ▶ Se estima:
 - ▶ El escenario medio.
 - ▶ Un escenario extremo (que considere factible sin obligación de pensar en un determinado nivel de confianza).
 - ▶ Tantos escenarios intermedios como desee (que se pueden asimilar a casos "reales" que pueden suceder).
- ▶ A partir de los datos anteriores, se resuelve el problema de optimización que encuentra la distribución más adecuada a los datos.

Si bien en el sector de la energía todavía no se dispone de información de este tipo, en el sector financiero existen en la actualidad dos tipos de bases de datos externas:

- ▶ Bases de datos públicas: recopilan información suministrada por proveedores tales como empresas de consultoría o compañías aseguradoras. Normalmente proporcionan información de eventos con un umbral de pérdida muy alto.
- ▶ Bases de datos de consorcios de entidades: ya sean de ámbito local o internacional. Estas asociaciones sirven para el intercambio de información relativa a pérdidas por riesgo operacional de las entidades miembros, preservando la confidencialidad de los datos. El umbral de reporte es muy inferior al de las bases públicas. Los principales ejemplos son ORX (*Operational Risk Data Exchange Association*), GOLD (*Global Operational Loss Database*), DIPO (*Database Italiano Perdite Operativo*) y ABA (*American Bankers Association*).

Los datos de las bases de datos externas se utilizan principalmente de dos modos: en el análisis de escenarios, como información complementaria para evaluar la exposición ante eventos generadores de pérdidas muy graves, y como aporte de eventos extremos en la cola de la distribución de pérdidas.

Adicionalmente, sirven como herramienta de *benchmark* con respecto a las entidades del sector, ya que permiten establecer una comparación en términos de consumo de capital con respecto al margen ordinario, de evolución de las pérdidas y de distribución por línea de negocio, así como información sobre eventos severos.

Metodología de distribución de pérdidas

La metodología más extendida para la medición del riesgo operacional a partir de eventos cuantitativos, tanto por las entidades financieras como por las corporates de otros

sectores, es la LDA (*loss distribution approach*) o metodología de distribución de pérdidas.

Este método permite modelizar el riesgo operacional de una compañía y generar una distribución de pérdidas para cada uno de los riesgos identificados. Además, en el caso de evaluarse riesgos asegurables, posibilita la determinación del escenario óptimo de cobertura, vinculando los impactos económicos con la cuenta de resultados a través del programa de seguros.

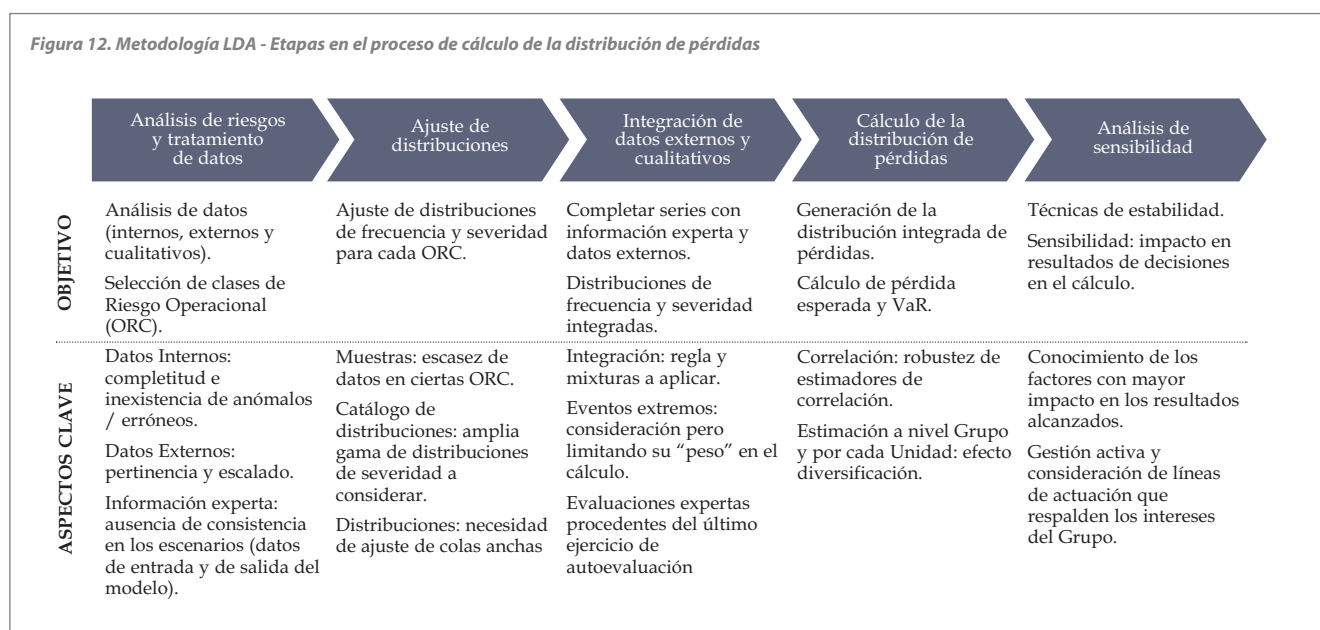
El método requiere la existencia de datos de eventos operacionales que se clasifican según su naturaleza para su modelización conjunta y el ajuste de distribuciones. Es común la combinación de varias fuentes, habitualmente bases de datos de pérdidas internas y externas, o bases de datos de pérdidas internas e información obtenida a través de la evaluación subjetiva de escenarios de pérdidas.

Los dos principales pasos de esta metodología son el análisis y tratamiento de datos y la modelización de pérdidas brutas, que a su vez se pueden descomponer en cinco etapas (Fig. 12).

Análisis de riesgos y tratamiento de datos. En primer lugar, es necesario verificar la calidad de los datos disponibles para el proceso de cálculo y detectar mediante una serie de validaciones aquellos registros que no se utilizarán (ej.: datos fuera de la ventana temporal definida, datos anómalos y erróneos, o datos atípicos).

Adicionalmente, se debe llevar a cabo la identificación y clasificación de los riesgos que se desea evaluar, con la finalidad de agrupar aquellos eventos que presenten un comportamiento similar ante el riesgo operacional. El resultado de esta clasificación es la confección de clases o categorías homogéneas (ORC – *Operational Risk Class*), desde un punto de vista tanto estadístico como de aseguramiento.

Figura 12. Metodología LDA - Etapas en el proceso de cálculo de la distribución de pérdidas



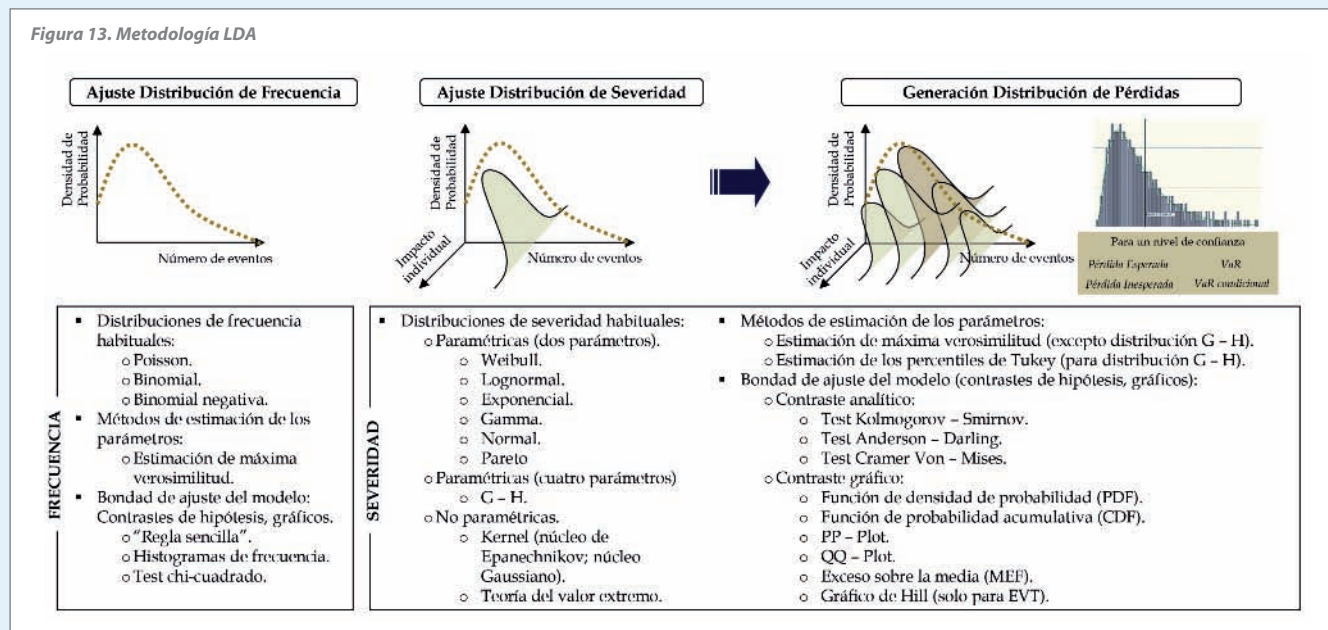
Ajuste de distribuciones

En el ajuste de distribuciones es habitual utilizar distribuciones paramétricas para la estimación de la severidad. Con frecuencia se usan distribuciones biparamétricas (ej.: Weibull, lognormal) o bien distribuciones de más de dos parámetros que presenten sensibilidad a los patrones de asimetría y curtosis (ej.: generalizada hiperbólica).

Sin embargo, en ocasiones las distribuciones paramétricas pueden resultar insuficientes para ajustar con precisión muestras de eventos operacionales.

Esta insuficiencia se hace más patente en agrupaciones de datos que presentan colas anchas o, en su caso, datos atípicos que por criterios de negocio no es recomendable eliminar. En esos casos, es posible acometer el proceso de ajuste con distribuciones semiparamétricas (ej.: kernel).

Como distribuciones clásicas de severidad se suelen seleccionar aquellas que toman valores no negativos, ya que una pérdida negativa podría considerarse como una ganancia, lo que carecería de sentido.



Cabe destacar que los acuerdos de Basilea establecen clases homogéneas de riesgo en función de dos ejes de análisis: líneas de negocio y categorías de riesgo. Adicionalmente definen categorías de segundo nivel para cada uno de estos ejes, dejando libertad a las entidades para añadir niveles suplementarios en caso necesario. En el caso de corporates no financieras, no existe una definición cerrada sobre los ejes de análisis.

Como último paso, se debe verificar el cumplimiento de las premisas que exige la metodología LDA: independencia entre frecuencia y severidad²⁷ (a través del estudio de la estacionalidad, la tendencia y la correlación frecuencia-severidad, etc.) e inexistencia de autocorrelación serial en frecuencia y severidad²⁸ (mediante la función de autocorrelación y tests de Durbin-Watson, Ljung-Box y rachas) para cada una de las ORC.

El *output* del proceso de análisis de riesgos y tratamiento de datos son las agrupaciones (ORC) listas para ser utilizadas en la modelización.

Ajuste de distribuciones. Una vez agrupados los eventos de acuerdo con su naturaleza, se determina la distribución de pérdidas asociada a cada ORC a través del ajuste de una distribución de frecuencia y otra de severidad. Para ello, se realiza una batería de tests estadísticos sobre un abanico de distribuciones habitualmente empleadas y se elige aquella pareja que mejor se ajuste. La integración de las distribuciones de pérdidas obtenidas para cada agrupación permite obtener una distribución de pérdidas agregada, que se debe construir considerando el efecto de diversificación que existe entre las distintas agrupaciones a través de la matriz de correlaciones.

²⁷La frecuencia de una ORC no debe condicionar el importe de su severidad.

²⁸Comprobación de que tanto severidad y frecuencia en un determinado momento son independientes de la severidad y frecuencia en el momento anterior.

Las distribuciones de severidad utilizadas para la estimación de pérdidas deben reflejar una realidad en la que conviven eventos de alta frecuencia y bajo impacto con eventos de baja frecuencia y muy alto impacto. Esta circunstancia requiere que tales distribuciones dispongan de colas suficientemente anchas como para recoger eventos de alta severidad.

Sin embargo, en algunos casos, el cuerpo de la muestra puede ajustarse con una distribución y la cola con otra distinta. En estas ocasiones se utiliza la Teoría del Valor Extremo²⁹, que se centra en mejorar el ajuste para las pérdidas elevadas, realizando una mixtura de distribuciones en la que el cuerpo siga una distribución y la cola otra: una generalizada de Pareto (GDP) o una exponencial.

Integración de datos externos y cualitativos. Existen diferentes métodos para integrar los datos procedentes de la evaluación experta o de las bases de datos externas en el cálculo de la distribución de pérdidas.

Los métodos más habituales son la Teoría de la Credibilidad para la integración de frecuencias y el método de Dutta y Babbel³⁰ para la integración de severidades, que consiste básicamente en añadir datos a la muestra histórica en aquellos tramos en los que esta se encuentra infrarrepresentada.

Cálculo de la distribución de pérdidas. Una vez ajustadas las distribuciones de frecuencia y severidad, se debe obtener la distribución de pérdidas para cada una de las ORC de la muestra de datos y para el conjunto de todas ellas. Para ello, se lleva a cabo un proceso de convolución de las distribuciones de frecuencia y severidad a través de simulaciones de Monte Carlo.

A partir de la distribución de pérdidas, se pueden obtener varias magnitudes representativas:

- ▶ Pérdida esperada (*expected loss, EL*). Media aritmética de las pérdidas simuladas.

- ▶ Valor en riesgo (*value at risk, VaR*). Máxima pérdida potencial esperada para un determinado intervalo de confianza y horizonte temporal.
- ▶ Pérdida inesperada (*unexpected loss, UL*). Diferencia entre la pérdida esperada y el valor en riesgo (VaR).
- ▶ Valor en riesgo condicional (*conditional VaR, CVaR o expected shortfall*). Media de las pérdidas que superan el VaR en el horizonte temporal indicado.

Sobre la distribución de pérdidas obtenidas, se pueden aplicar los distintos programas de pólizas de seguro existentes, que permitirán mitigar el resultado y adecuarlo a la verdadera realidad subyacente.

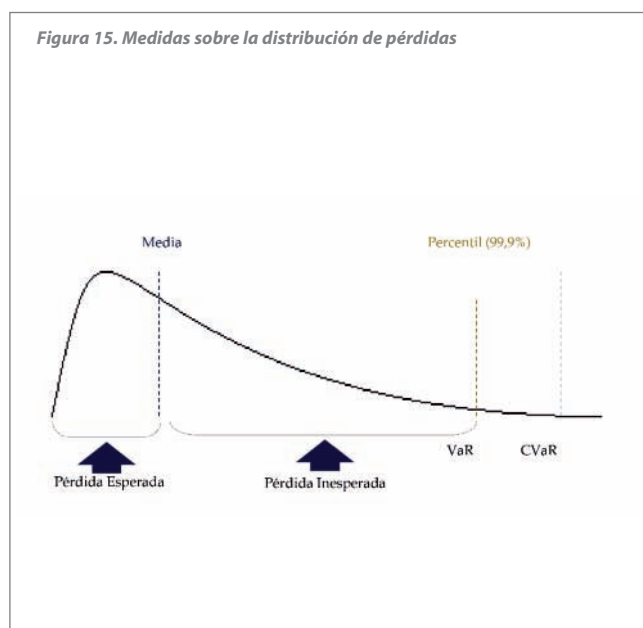
Como última etapa del proceso, se pueden calcular las medidas anteriormente indicadas teniendo en cuenta el efecto diversificación. Para ello, se debe realizar una simulación de Monte Carlo con un proceso de generación de números aleatorios preservando el esquema de correlaciones iniciales (modelo de simulación de Lurie-Goldberg).

Validación. El modelo cuantitativo obtenido deberá contrastarse de forma recurrente con diferentes técnicas y estudios para asegurar la validez del mismo. Algunos de los aspectos a considerar son la sensibilidad de los resultados ante variaciones en las variables del modelo, la estabilidad de los cálculos ante variaciones debidas a causas tanto intrínsecas (distribución de pérdidas operacionales dependiente de la aleatoriedad del proceso de simulación) como extrínsecas (reducido tamaño de las muestras de datos de pérdidas y la variabilidad de los mismos, como colas anchas), y el *backtesting*

²⁹Si la distribución de las pérdidas que superan un umbral converge a una distribución límite cuando el umbral aumenta, entonces esta distribución es o bien una distribución exponencial o una distribución generalizada de Pareto.

³⁰Scenario Analysis in the Measurement of Operational Risk Capital: A Change of Measure Approach.

Figura 15. Medidas sobre la distribución de pérdidas



Tests de bondad de ajuste

Tras el ajuste de las distintas distribuciones candidatas, se debe analizar y comparar la adecuación de cada una de ellas. Esto se puede llevar a cabo a través de diversos tests de bondad, analíticos y gráficos:

Contrastes analíticos: utilización de tests que observan las diferencias entre la distribución empírica (F) y la distribución teórica (F_0) seleccionada. Calculan la máxima distancia existente entre ambas y deciden en función de esta si se acepta la hipótesis nula ($H_0: F = F_0$); es decir, si la distribución empírica se ajusta bien a la distribución teórica seleccionada, o si se rechaza esta hipótesis y se acepta la hipótesis alternativa ($H_1: F \neq F_0$).

Algunos de los tests utilizados comúnmente son el de Kolmogorov-Smirnov, el de Cramer-von Mises y el de Anderson-Darling. Sus inputs son la variable pérdida de la ORC (x) y el nivel de significación admitido (α).

- **Test de Kolmogorov-Smirnov.** Verifica la máxima diferencia existente entre la distribución empírica y la distribución estadística seleccionada. Sirve de forma general para todas las distribuciones, ya que sus valores críticos no dependen de la distribución específica que está siendo objeto de estudio.

La expresión de este estadístico es:

$$D_n = \max\{\max_{1 \leq i \leq n} [F_n(x_i) - F_0(x_i)], \max_{1 \leq i \leq n} [F_n(x_i) - F_0(x_{i-1})]\}$$

donde:

- n es el número de observaciones de la muestra.
- F_n es el valor de la función de distribución empírica para un x_i dado.
- F_0 es el valor de la función de distribución teórica para un x_i dado.

Los valores de la función de distribución de este estadístico están tabulados a partir del nivel de significación (α) y del tamaño de la muestra (n).

- **Test de Cramer-von Mises.** Tiene las mismas aplicaciones que el test de Kolmogorov-Smirnov, pero tiene mayor sensibilidad frente a puntos irregulares en la muestra (o puntos aberrantes).

Su estadístico mide la suma de las máximas distancias entre la distribución empírica y la teórica al cuadrado y ha de ser calculado teniendo en cuenta la distribución que se pretende considerar:

$$W^2 = \frac{1}{12n} + \sum_{i=1}^n \left(Z_i - \frac{2i-1}{2n} \right)^2$$

donde:

- n es el número de observaciones de la muestra.
- $Z = F(x; \theta)$ es el vector de probabilidades para la función de distribución considerada F y el vector de parámetros estimados θ .

El estadístico W^2 deberá ser posteriormente ajustado en función de la distribución considerada.

Para obtener el resultado del test será necesario calcular el p-valor, lo que se realizará mediante un procedimiento diferente para cada distribución.

Test de Anderson-Darling. Se utiliza para comprobar si una muestra de datos viene de una población que sigue una distribución específica. Es un test que da más peso a las colas de las distribuciones que los dos anteriores y que utiliza la distribución específica que se quiere probar para calcular los valores críticos. Tiene la ventaja de permitir un test más sensible y la desventaja de que se deben calcular valores críticos para cada distribución que se desee evaluar.

El estadístico de Anderson-Darling se define como:

$$A^2 = -n - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [(2i-1) \log Z_i + (2n+1-2i) \log(1-Z_i)]$$

donde:

- n es el número de observaciones de la muestra.
- $Z = F(x; \theta)$ es el vector de probabilidades para la función de distribución considerada F y el vector de parámetros estimados θ .

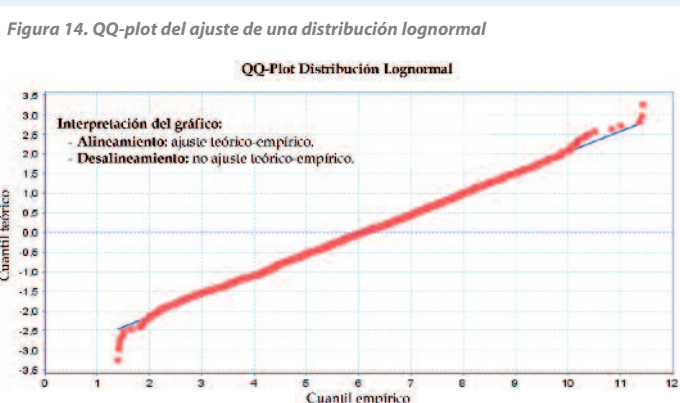
El estadístico A^2 deberá ser posteriormente ajustado en función de la distribución considerada.

Al igual que en el test de Cramer-von Mises, para obtener el resultado será necesario calcular el p-valor, lo que se realizará mediante un procedimiento diferente para cada distribución.

Tests gráficos: los tests de bondad de ajuste proporcionan una medida general del ajuste que la distribución teórica hace a la distribución empírica. Así, puede ocurrir que la distribución pase el test porque el ajuste general es bueno y sin embargo el ajuste de las colas no sea apropiado.

Utilizando tests gráficos de forma complementaria a los tests analíticos se puede decidir cómo de apropiado es dicho ajuste:

- Gráfico de exceso sobre la media: permite distinguir entre modelos de colas suaves o pesadas a través de la comparación de las funciones exceso sobre la media teórica y empírica.
- Gráficos QQ-plot y PP-plot³¹: confrontan la distribución teórica con la empírica, evaluando el ajuste de la distribución teórica a la población. La diferencia entre el QQ-plot y el PP-plot es que el primero compara familias paramétricas de distribuciones, esto es, sin considerar estimaciones de los parámetros, mientras que el segundo compara una única distribución que está completamente especificada mediante parámetros estimados.



³¹Quantile-Quantile Plot and Probability-Probability Plot.

del modelo (comparación de las pérdidas operacionales estimadas con las pérdidas reales obtenidas en el periodo de cálculo).

Key Risk Indicators (KRI)

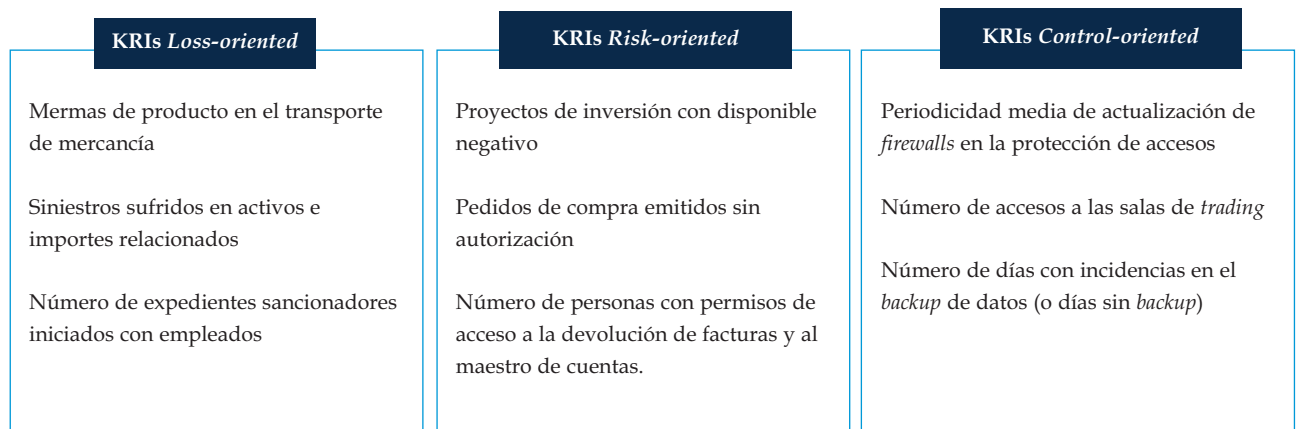
Por último, para el seguimiento del modelo de gestión del riesgo operacional es necesario contar con una serie de indicadores de seguimiento. Los indicadores de riesgo (*key risk indicators* o KRI) son estadísticos o parámetros que permiten anticipar la evolución de los riesgos asumidos por la compañía (Fig. 16). Estos indicadores suelen ser revisados periódicamente para alertar sobre cambios que puedan ser reveladores de evoluciones negativas en la exposición al riesgo.

Los principales objetivos de la metodología de KRI son los siguientes:

- Aportar información sobre el nivel de riesgo operacional de la compañía e identificar las principales causas de su evolución.
- Establecer niveles de alerta y límites para la toma de decisiones por parte de los distintos responsables.
- Identificar y medir la eficacia de los controles y mejoras efectuadas en ellos.
- Identificar correlaciones de los KRI con las pérdidas operativas.

El nivel de detalle de la información de KRI en los distintos ámbitos de gestión es diferente, y debe adecuarse al nivel de los interlocutores intervinientes en cada uno de los comités orientados a la gestión del riesgo operacional.

Figura 16. Ejemplo de indicadores de riesgo o KRI



Riesgo operacional y capital regulatorio

Con la evolución de la normativa aplicable al cálculo de capital regulatorio para las entidades financieras, el riesgo operacional se incluye (junto con el riesgo de crédito y el de mercado) en la información de requerimientos de capital que se debe reportar de manera individualizada en el denominado Pilar I de Basilea II, donde se establecen tres métodos para el cálculo del capital regulatorio por riesgo operacional (Fig. 17):

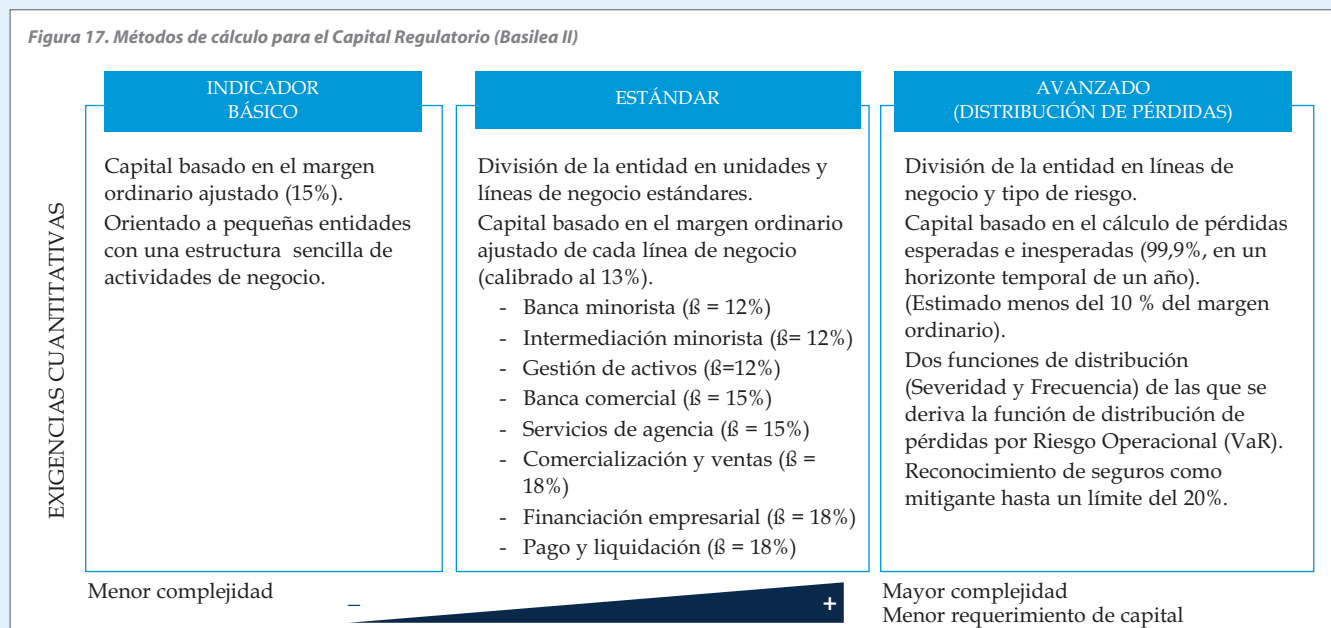
Indicador básico: cálculo de capital regulatorio por medio de la aplicación de un porcentaje sobre el margen ordinario ajustado (15%). Este método está orientado a entidades de pequeño tamaño y con una estructura sencilla de actividades de negocio.

Estándar: evolución del indicador básico que divide la actividad de la entidad en unidades y líneas de negocio preestablecidas, y calcula el capital como un porcentaje (que varía en función de cada línea de negocio) del margen ordinario de la línea.

Avanzado (AMA): enfoque basado en la estimación de una distribución de pérdidas por riesgo operacional a partir de distribuciones de frecuencia y severidad. Estas distribuciones de frecuencia y severidad se pueden estimar para cada combinación de líneas de negocio y tipologías de riesgo. El capital regulatorio se basa en el cálculo de pérdidas esperadas e inesperadas con un nivel de confianza del 99,9% y a un horizonte temporal de un año.

La utilización de metodologías avanzadas para la medición del capital regulatorio ha supuesto avances y aplicaciones en otros ámbitos tanto en las propias entidades financieras (ej.: en la medición del capital económico) como en compañías de otros sectores (ej.: para la negociación del programa de seguros). Si bien los parámetros analizados en la distribución de pérdidas pueden variar en función de las necesidades del análisis, la metodología será similar a la utilizada en este ámbito.

Figura 17. Métodos de cálculo para el Capital Regulatorio (Basilea II)



Metodologías de medición del riesgo operacional en el sector energético



Contexto

En los últimos años, el sector energético ha experimentado un incremento en la siniestralidad, tanto en el número como en la magnitud de los eventos. Ejemplos como el vertido de petróleo en el Golfo de México por el hundimiento de la plataforma Deepwater Horizon de BP o la catástrofe nuclear de Japón de 2011 ponen de manifiesto el impacto económico y medioambiental que un solo evento de riesgo operacional puede llegar a suponer en la industria energética.

En ese periodo el sector asegurador ha tenido que asumir importantes pérdidas que han contribuido al incremento de los costes de aseguramiento y a la presión al alza en los niveles de retención del riesgo exigidos a las compañías aseguradas. En este contexto, tanto las compañías de seguro y reaseguro como los reguladores, accionistas y stakeholders en general demandan a las organizaciones la dedicación de recursos para la mejora de sus sistemas de gestión de riesgo operacional.

De acuerdo con las tendencias recientes, se identifican dos vías de evolución de la gestión del riesgo operacional en la industria energética:

- Mejoras en prevención y mitigación, encaminadas a evitar los accidentes y a minimizar el daño en caso de ocurrencia. Por ejemplo, inspecciones más rigurosas y frecuentes de los activos críticos.
- Mejoras en medición, encaminadas a caracterizar y estimar los riesgos que asume la compañía por el desempeño de su actividad y minimizar el coste de su asunción.

En este apartado se pretende mostrar un caso de aplicación de metodologías de evaluación de riesgo operacional en relación con el segundo punto.

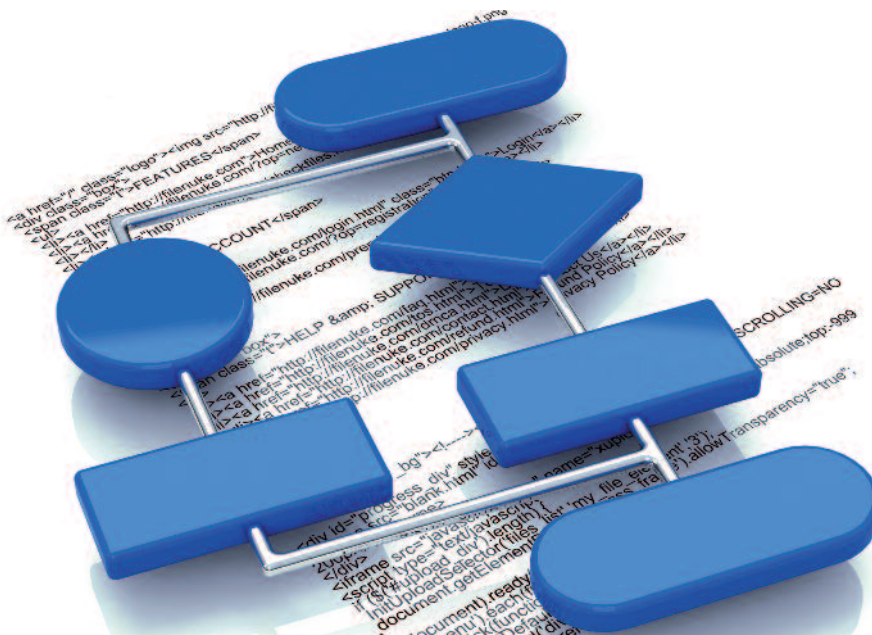
Gestión del riesgo operacional asegurable

Una de las herramientas habituales para la gestión de riesgos operacionales es la transferencia del riesgo por medio de seguros. Se observan distintos modelos de gestión de seguros en las compañías del sector, si bien el más habitual entre las grandes corporaciones es el basado en una aseguradora cautiva.

Este modelo consiste en la concentración del riesgo de una compañía, habitualmente multinacional, en una sociedad del grupo que proporcione aseguramiento a sus actividades. Este modelo permite determinar el nivel de riesgo que se debe retener en la cautiva, al tiempo que da acceso al mercado de reaseguro a toda la organización de forma conjunta, que obtiene un mayor poder de negociación y por lo tanto mejores condiciones.

La metodología que se explica a continuación surge ante la necesidad de dar respuesta a algunas de las preguntas que se plantean las compañías para mejorar su sistema de gestión del riesgo operacional:

- ▶ ¿Qué riesgo asume la compañía en cada una de sus actividades o líneas de negocio?
- ▶ ¿Cuál es el coste razonable de la prima de un determinado programa de seguros?
- ▶ ¿Cuál es el coste total del riesgo?
- ▶ ¿Cómo varía el riesgo ante cambios en el tamaño de la compañía?
- ▶ ¿Cómo se distribuye el riesgo retenido por el grupo entre cada una de sus actividades o líneas de negocio?



Metodología de optimización del programa de seguros

La metodología de optimización que se muestra a continuación, que tiene su base en la metodología LDA descrita anteriormente, consta de siete etapas (Fig. 18).

Análisis de riesgos y tratamiento de datos

La metodología para el análisis de riesgos y el tratamiento de los datos que se realiza en este caso es similar a la descrita anteriormente para la metodología LDA, con la particularidad de que las fuentes de información utilizadas suelen ser:

Base de datos de pérdidas: se utiliza el histórico de siniestros de la compañía.

Información experta: como input de información subjetiva se suelen incorporar en el modelo los análisis de mayores pérdidas probables y posibles que habitualmente se realizan para los activos más críticos utilizando metodologías basadas en información experta.

Información sectorial: complemento a las dos anteriores con siniestros ocurridos en el sector que, por sus características, se considere que podrían ocurrir en la compañía.

Definición de costes asociados al riesgo operacional

Uno de los objetivos que se persiguen con la aplicación de esta metodología es minimizar el coste total del riesgo operacional (CTR) para la compañía. Se entiende por coste total del riesgo operacional la suma de la pérdida ocasionada por la materialización de los riesgos operacionales más los costes

asociados a la gestión de dichos riesgos. Según esta definición, se pueden identificar los siguientes componentes fundamentales del CTR:

- ▶ **Costes de transferencia:** los relativos principalmente a la adquisición de seguros (prima, brokerage, costes de intermediación, etc.).
- ▶ **Costes de retención:** los relativos a la materialización de riesgos no asegurados o que exceden los umbrales de aseguramiento (eventos por debajo de franquicia o por encima del límite asegurado).
- ▶ **Costes de gestión:** los relativos a la identificación, evaluación, monitorización, planes de prevención, mitigación y control de los riesgos.
- ▶ **Otros costes:** en algunos casos se incluyen en la definición de coste total del riesgo otros componentes como los costes del capital o de los recursos propios necesarios para hacer frente a los riesgos.

A los efectos de este estudio, el coste total del riesgo se compone de dos sumandos:

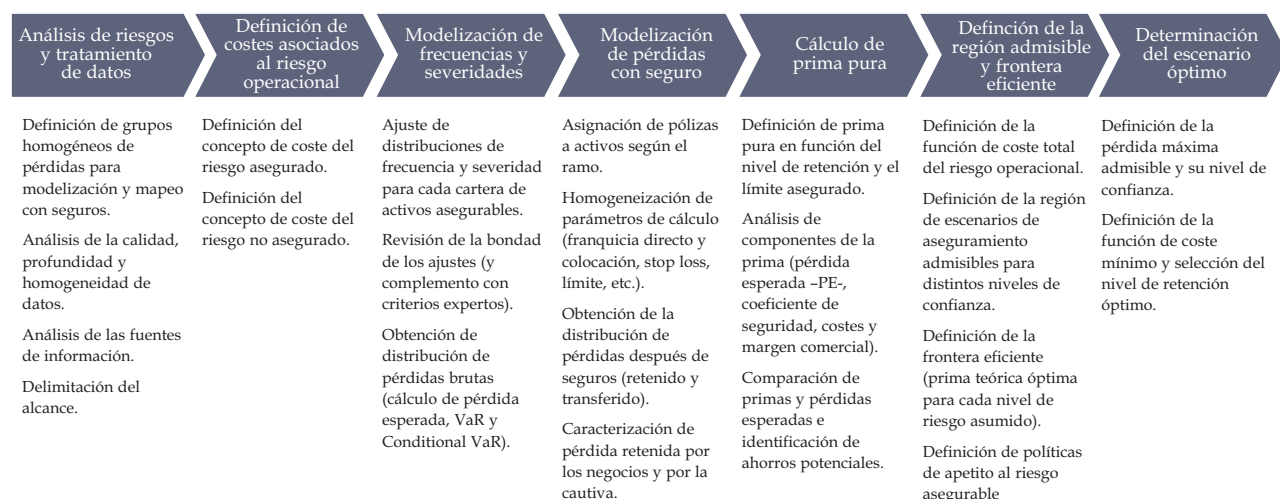
- ▶ El coste del riesgo asegurado (CosteRA): se corresponde con la prima de la póliza de seguros.
- ▶ El coste del riesgo no asegurado (CosteRNA): pérdidas asumidas por la compañía.

$$CTR = CosteRA + CosteRNA$$

Ambos componentes quedarán definidos tanto por los niveles de retención ("R" - niveles de pérdida por debajo de los cuales la misma es asumida por la compañía) como por el límite asegurado³² ("L" - pérdidas máximas cubiertas) del escenario de aseguramiento³³:

$$CTR = CosteRA(R,L) + CosteRNA(R,L)$$

Fig. 18. Etapas del proceso de optimización del programa de seguros



La Fig. 19 ilustra los conceptos de riesgo asegurado (RA) y riesgo no asegurado (RNA), así como el nivel de retención (R) y el límite asegurado (L). Estos conceptos se pueden expresar de forma gráfica a partir de la distribución de la severidad de un riesgo.

El CosteRA se puede calcular como la prima pura o pérdida esperada asumida por el seguro (PEaseguro). Este valor diferirá de la prima real a pagar por dicha cobertura, que incorpora adicionalmente otros costes no relacionados con el riesgo asumido por la aseguradora (costes de administración, prima comercial, impuestos, correduría, etc.). Sin embargo, se considera un proxy aceptable a efectos de encontrar el punto óptimo de aseguramiento.

$$\text{CosteRA} = \text{PE}_{\text{Reaseguro}}$$

El CosteRNA se puede calcular como la suma de la pérdida esperada del grupo (PEgrupo) y la pérdida inesperada del grupo con un nivel de confianza α (PIgrupo). Los valores de α suelen escogerse entre los percentiles altos de la distribución de pérdidas (entre el 95% y el 99,9%) para contemplar escenarios adversos de materialización de pérdidas³⁴.

$$\text{CosteRNA} = \text{PE}_{\text{Grupo}} + \text{PI}_{\text{Grupo}}(\alpha)$$

De esta forma, el coste total del riesgo queda definido como:

$$\text{CTR} = \text{PE}_{\text{Reaseguro}} + \text{PE}_{\text{Grupo}} + \text{PI}_{\text{Grupo}}(\alpha)$$

En esta definición del coste total del riesgo no estarían contemplados los costes de gestión, según se han definido anteriormente. A los efectos de aplicación de la metodología se puede considerar que estos costes son constantes y, por lo tanto, no tendrían incidencia en el cálculo de optimización.

En algunas ocasiones, las compañías desean incorporar el coste de capital a la definición del coste total del riesgo. En tal caso, la fórmula del CTR se puede adaptar de la siguiente forma:

- Incorporación del WACC (*weighted average cost of capital*): ponderar la pérdida inesperada por el coste medio del capital³⁵.

- $\text{CTR} = \text{prima pura} + \text{pérdida esperada} + \text{pérdida inesperada}$:
 $\text{CTR} = \text{PE}_{\text{Reaseguro}} + \text{PE}_{\text{Grupo}} + \text{PI}_{\text{Grupo}}(\alpha) * \text{WACC}$

Es conveniente señalar que esta expresión representa un comportamiento lineal del coste de aseguramiento ante movimientos de los niveles de retención. No obstante, la realidad del mercado asegurador demuestra que: (a) no es posible obtener cotización para todos los escenarios de aseguramiento y (b) el aumento de los niveles de retención no se traduce en una disminución proporcional de la prima. Para recoger este hecho, se puede incorporar a la fórmula del CTR un factor de endurecimiento (FE) de la prima pura, que permite reflejar el hecho de que la variación de la prima cotizada no responde linealmente con las variaciones del nivel de retención o del *stop loss*.

$$\text{CTR} = \text{PE}_{\text{Reaseguro}} * (1 + \text{FE}) + \text{PE}_{\text{Grupo}} + \text{PI}_{\text{Grupo}}(\alpha) * \text{WACC}$$

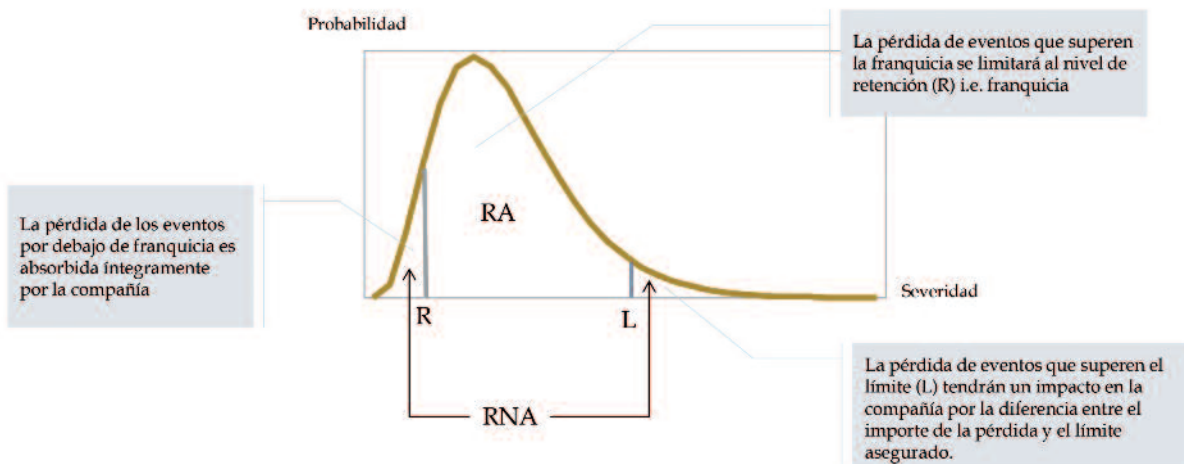
³²El límite asegurado se define habitualmente en términos de límite por ocurrencia y límite agregado.

³³Esta caracterización es una simplificación a efectos ilustrativos de la metodología. En la práctica se consideran otras variables, como por ejemplo los deducibles operativos o los límites tipo stop loss que ponen límite a las pérdidas asumidas por las compañías.

³⁴Un α del 95% equivaldría a considerar en el CTR aquellas pérdidas inesperadas del grupo por debajo del percentil 95 de la distribución, o lo que es lo mismo, excluir las que sufre la compañía el 5% de los años (1 de cada 20 años). De igual modo, un α del 99,9% equivaldría a considerar en el CTR aquellas pérdidas por debajo del percentil 99,9%, es decir, excluir las que ocurren un 0,1% de los años (1 de cada 1.000 años). Cabe mencionar que el año es la escala habitual para el cálculo de las distribuciones de pérdida debido a la similitud con el periodo de validez de los seguros.

³⁵Algunas compañías, fundamentalmente en el sector financiero, consideran en el coste total del riesgo el coste medio ponderado del capital necesario para hacer frente a las pérdidas inesperadas.

Fig. 19. Costes de riesgo asegurado y de riesgo no asegurado



Modelización de frecuencias y severidades

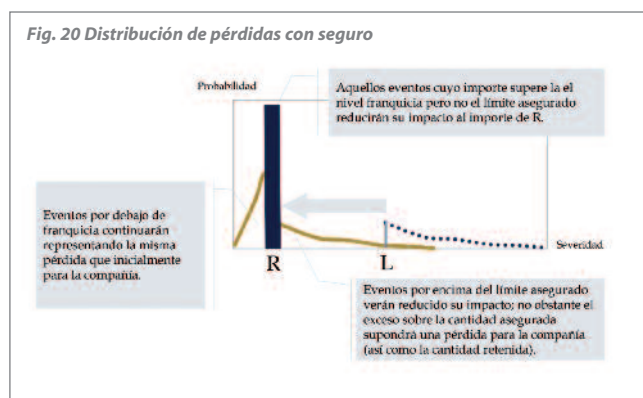
Este bloque tiene por objetivo la determinación de las distribuciones de frecuencia y severidad que mejor se ajustan a los datos de pérdida bruta, entendida como la pérdida materializada sin considerar el efecto mitigador del seguro. La metodología en este caso es similar a la descrita en la sección 4 de este documento.

Modelización de pérdidas con seguros

Una vez se ha llegado a una distribución de pérdidas brutas, el siguiente paso de la metodología consiste en determinar el efecto mitigador que un programa de seguros tiene sobre dichas pérdidas.

Se observa (Fig. 20) que los seguros permiten desplazar la distribución de severidad en la medida que trasladen las pérdidas entre R y L.

El método para obtener las pérdidas después de seguros consiste en simular eventos y aplicar las condiciones de las coberturas existentes.



Con ello, para cada evento, se obtiene:

- **Importe de la pérdida retenida por el grupo:** en función de las características del programa de seguros y del foco del análisis, este dato se puede dividir a su vez en la pérdida que asume el negocio y la que asume la aseguradora cautiva.
- **Importe de la pérdida que asume el seguro:** que se corresponde con la pérdida bruta del evento menos el importe retenido.

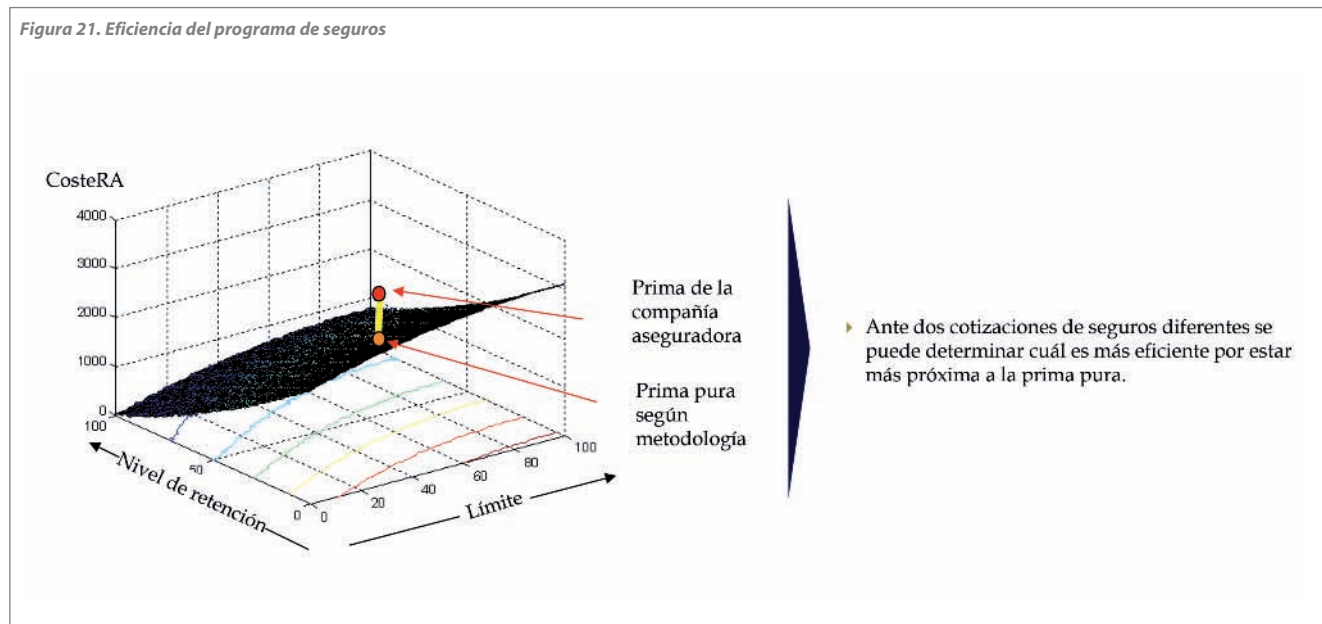
Cálculo de prima pura

A partir de la aplicación de un determinado programa de seguros sobre los escenarios de pérdida bruta, se puede caracterizar la distribución de pérdidas asumidas por el seguro y, en concreto, obtener su pérdida esperada o prima pura así como la pérdida asociada a un determinado percentil.

$$\text{Prima Pura} = \text{CosteRA} = PE_{\text{Reaseguro}}$$

Como ya se ha comentado, la prima pura no coincide con la cotizada a causa de los diferentes suplementos que es necesario añadir sobre la primera para llegar a la segunda. Sin embargo, el ejercicio de calcular la distribución de pérdidas asumida por el seguro permite obtener:

- La eficiencia del programa de seguros: la comparación entre la prima pura calculada y la prima cotizada permite determinar la eficiencia del programa (Fig. 21).
- El percentil correspondiente a la prima cotizada: es posible identificar a qué percentil de la distribución de pérdidas se corresponde la prima solicitada para un determinado seguro y a qué distancia se encuentra de la media.



Definición de región admisible y frontera eficiente

No todos los escenarios de aseguramiento dejan a la compañía en una situación de riesgo admisible. El riesgo admisible viene determinado por el apetito al riesgo de la compañía, que en términos prácticos se suele expresar como la pérdida máxima admisible a alcanzar con un determinado nivel de confianza. Es decir, un nivel de confianza para el riesgo de α implica que las pérdidas estarán bajo el límite admisible con una probabilidad α . O, de forma equivalente, las pérdidas por encima del límite admisible se producirán con una probabilidad no superior a $1 - \alpha$.

Los niveles de apetito al riesgo permiten descartar escenarios de aseguramiento que no mantienen las pérdidas del grupo por debajo de la pérdida máxima admisible con un determinado nivel de confianza α . El conjunto de escenarios restantes constituyen la denominada región admisible.

Dentro del conjunto de escenarios de aseguramiento de la región admisible, aquellos que minimizan el coste total del riesgo son los que forman la frontera eficiente.

A modo de ejemplo se muestra (Fig. 22) la superficie bajo una completa aversión al riesgo. Para combinaciones de retención y límite que sitúen las pérdidas con alta probabilidad por debajo de la pérdida admisible (en este caso, 3,2 millones de euros), el coste total es el coste de la prima. De esta manera, la prima pura tendrá su mínimo en la frontera de escenarios aceptables.

Determinación del escenario óptimo

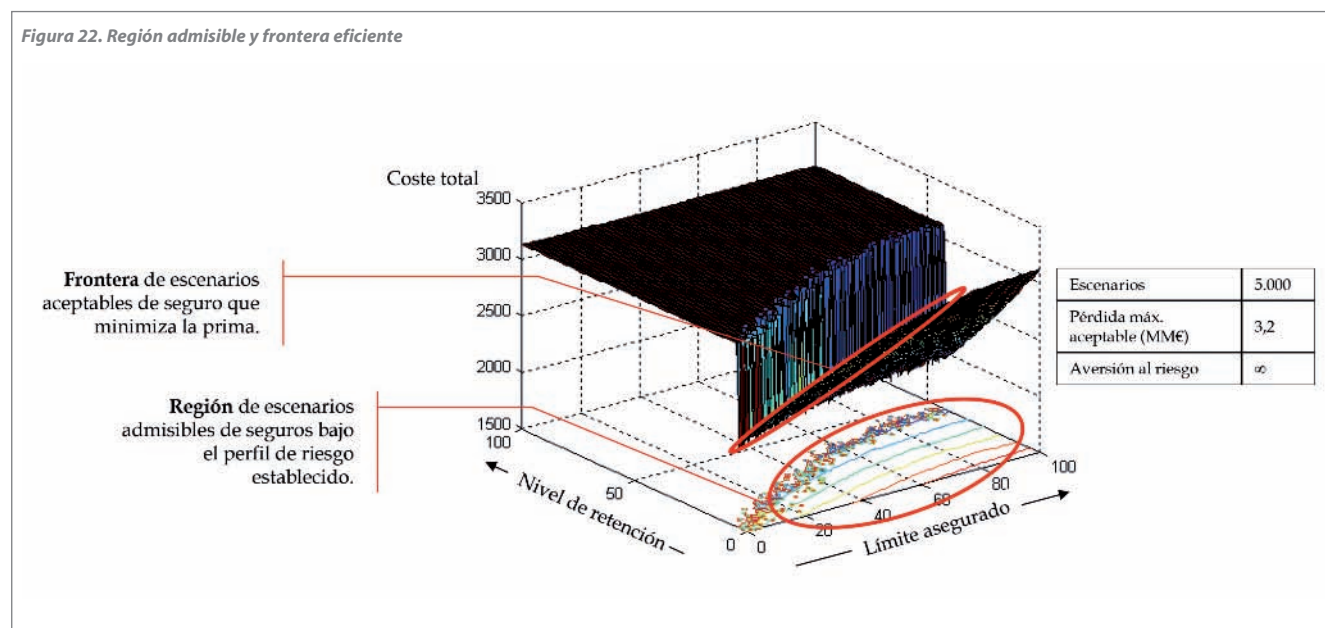
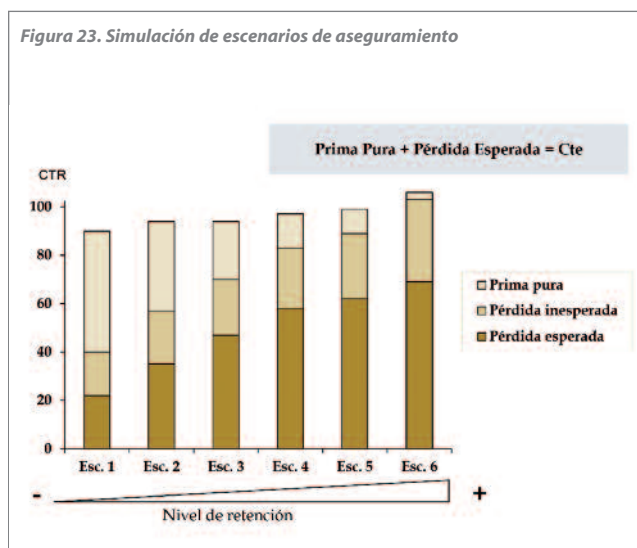
Partiendo de un programa de seguros base, se realizan simulaciones con variaciones progresivas en las condiciones de franquicia y límite, y se obtiene para cada escenario la caracterización de la distribución de pérdidas retenidas por el grupo y transferidas al seguro.

Como resultado de este proceso de simulación de condiciones de aseguramiento, se puede hallar:

- El programa que minimiza el coste total del riesgo.
- El programa de menor prima pura que mantiene la pérdida inesperada dentro del umbral admisible.
- El programa más eficiente (mejor ratio entre prima pura y prima cotizada).

La Fig. 23 ilustra el comportamiento del CTR utilizando la definición antes expuesta.

En escenarios donde el nivel de retención es bajo (escenario 1), la prima será elevada y, por el contrario, en escenarios donde el nivel de retención sea alto, la prima será baja (escenario 6).



En el punto de menor CTR se alcanzará el equilibrio óptimo entre prima y riesgo retenido, y dependerá notablemente de la definición del CTR que se establezca, como se observa a continuación.

a) $CTR = \text{prima pura} + \text{pérdida esperada} + \text{pérdida inesperada}$

En este caso, sucede que la prima pura más la pérdida esperada es una constante que depende únicamente de la pérdida bruta (equivale a la pérdida bruta esperada).

En estas condiciones, el CTR se comporta cualitativamente como la pérdida inesperada asumida por el grupo. Por tanto, cuanto mayor es el nivel de retención, mayor será la pérdida inesperada asumida por el grupo y mayor el CTR (Fig. 24).

Si se introduce un límite a las pérdidas asumidas por el grupo en el programa de seguros (por ejemplo, a través de productos stop loss), el CTR deja de ser sensible a movimientos en los niveles de retención por encima del umbral a partir del cual se

alcanza dicho límite (Fig. 25).

b) Inclusión del coste de capital en la fórmula del CTR

Incluir el coste de capital en la fórmula del CTR tiene como efecto la reducción del importe del CTR (dado que entra ponderando la pérdida inesperada), si bien no altera su comportamiento cualitativo (Fig. 26).

c) Inclusión del factor de endurecimiento de la prima en la fórmula del CTR

Incluir un factor de endurecimiento hace que la prima pura tenga un comportamiento no proporcional ante variaciones del nivel de retención y límite. El efecto que se observa es un incremento del CTR en niveles de retención bajos, y una disminución en niveles de retención altos (Fig. 27).

Si el factor de endurecimiento se hace depender tanto del nivel de retención como del límite, se observa que (Fig. 28):

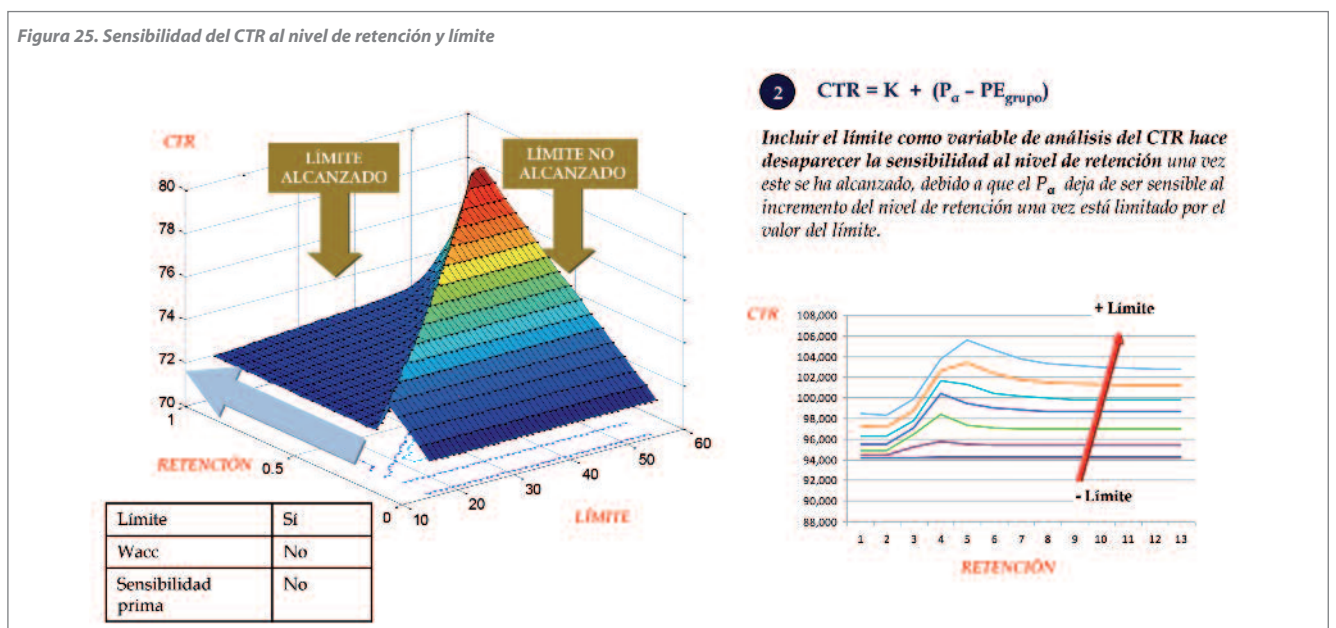
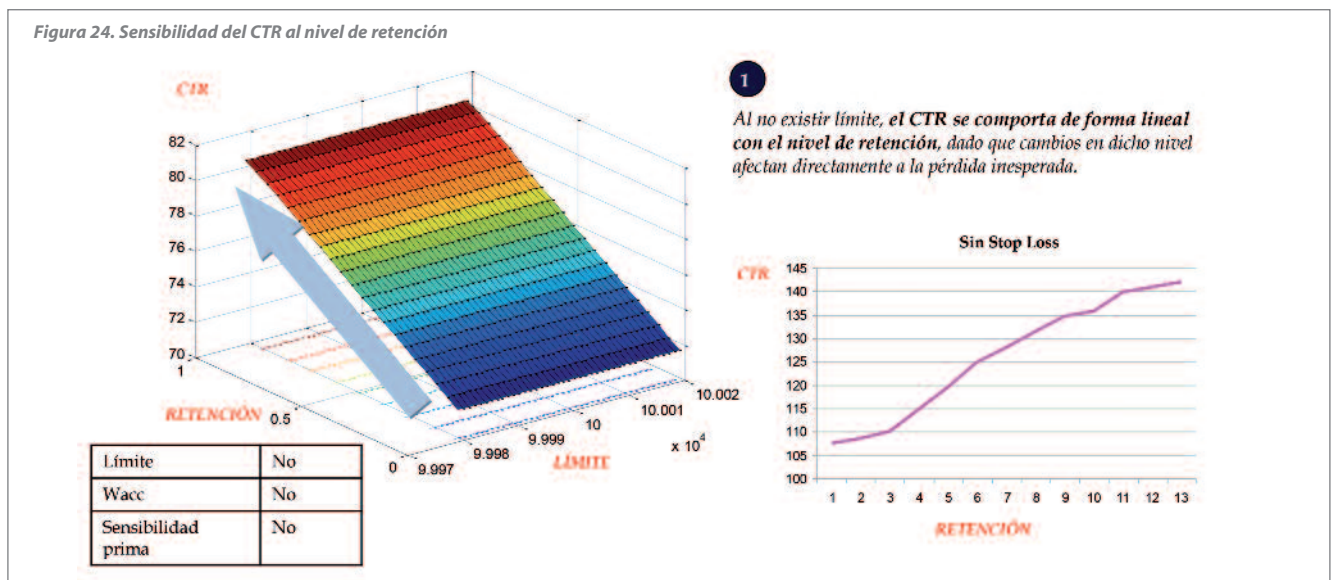
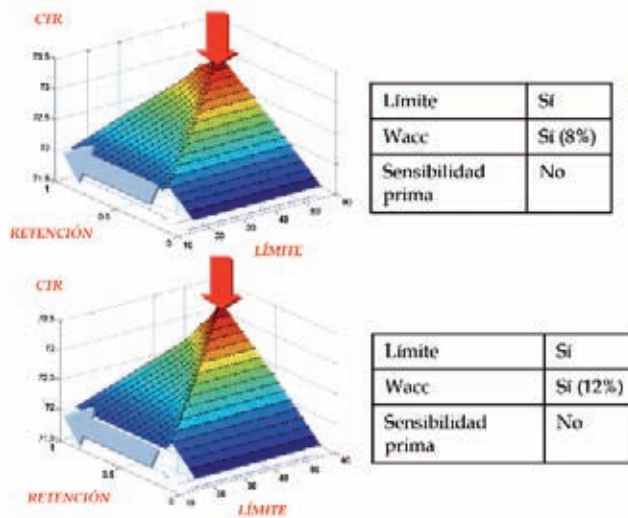


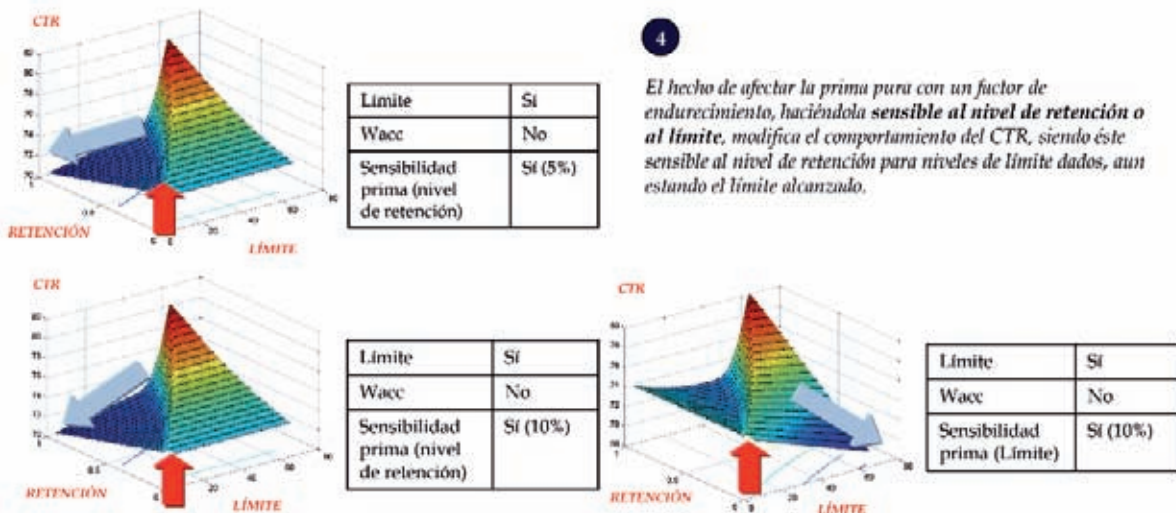
Figura 26. Efecto del WACC sobre el CTR



3

Afectar la pérdida inesperada por un factor como el WACC modifica el CTR. Considerar el coste del capital asociado a las pérdidas inesperadas hace el CTR menos sensible a escenarios de menor aseguramiento (aquellos de mayor pérdida inesperada), si bien no modifica el comportamiento cualitativo del CTR, siendo este constante una vez el límite se ha alcanzado.

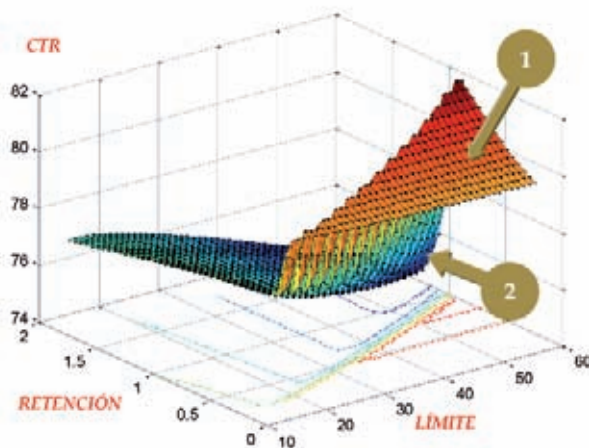
Figura 27. Efecto del factor de endurecimiento de la prima sobre el CTR



4

El hecho de afectar la prima pura con un factor de endurecimiento, haciéndola sensible al nivel de retención o al límite, modifica el comportamiento del CTR, siendo éste sensible al nivel de retención para niveles de límite dados, aun estando el límite alcanzado.

Figura 28. Efecto conjunto del factor de endurecimiento de la prima y WACC sobre el CTR



5

La sensibilidad conjunta al nivel de retención y límite permite identificar estrategias óptimas de aseguramiento caracterizadas por:

1. Una región de límite no alcanzado y baja sensibilidad al mismo en el CTR.
2. Una región de niveles de retención con límite alcanzado en la que la sensibilidad de la prima al nivel de retención determina la estrategia óptima.

Límite	Si
Wacc	No
Sensibilidad prima	Franquicia + Límite (stop-loss)

- En los escenarios de aseguramiento donde el nivel de retención es bajo y el límite alto (región 1), el CTR es elevado, como consecuencia de una prima elevada (por ser escenarios de transferencia del riesgo casi total).
- El CTR óptimo se encuentra en escenarios de aseguramiento donde el nivel de retención es intermedio y el límite se alcanza (región 2).

Ejemplo de aplicación

A continuación se muestra un ejemplo de aplicación de la metodología al caso de una compañía del sector eléctrico. El objetivo de este ejemplo es la modelización del ramo de daños materiales (DM) y pérdida de beneficio (PB) para el conjunto de las actividades de generación y distribución durante un periodo de cinco años.

Análisis de riesgos y tratamiento de datos

Los datos de partida son los siguientes³⁶:

Siniestralidad histórica: la Fig. 29 muestra la siniestralidad histórica acumulada en los cinco años del estudio con el detalle por tipología de activos y su número, los siniestros que se

produjeron y el impacto acumulado en daños materiales y pérdida de beneficio.

La siniestralidad presenta una media histórica de 74 millones de euros, con un perfil de pérdidas brutas y netas que se muestra en la Fig. 30. A primera vista, se puede observar que las pérdidas netas no están sometidas a las mismas fluctuaciones que la siniestralidad, de lo que se deduce que el programa de aseguramiento consigue mantener estables las pérdidas para la compañía, en una magnitud aproximada de 34 millones de euros.

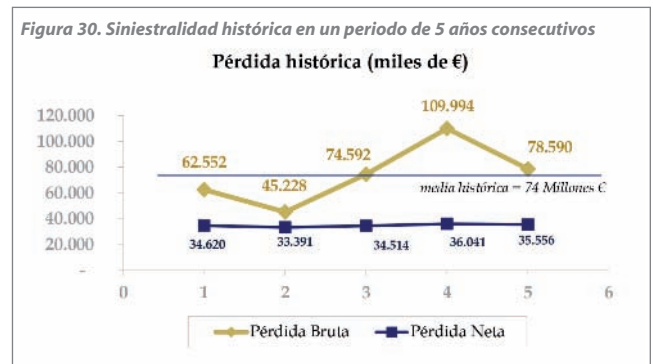
Programa de seguros: el grupo dispone de un programa de seguros (Fig. 31) para cada uno de los tres países en los que opera y para cada uno de los ramos que se analizarán en este ejemplo: DM y PB.

No se ha considerado información experta ni sectorial en este ejemplo.

Siguiendo los pasos de la metodología descrita, se ha realizado un filtrado de los eventos para identificar aquellos que deben

Figura 29. Siniestros e impacto por tipo de activo

Actividad	Núm. Siniestros	Impacto DM+PB (miles €)
Ciclos Combinados	46	176.001
Hidráulica	15	39.594
Térmica Convencional	14	71.987
Renovables	371	27.293
Redes Eléctricas	65	43.547
Subestaciones	125	12.530
Total	663	370.995



³⁶Datos reales modificados para mantener la confidencialidad.

Figura 31. Estructura del programa de seguros por tipo de activo y país

Actividad	DEDUCIBLE (miles €)						RETENCIÓN CAUTIVA (miles €)			
	País 1		País 2		País 3		LÍMITE		STOP LOSS	
	DM	PB	DM	PB	DM	PB	DM	PB	DM	PB
Ciclos Combinados	1.500	2.500	1.200	2.250	1.700	2.750	8.000	NA		
Hidráulica	750	1.325	800	1.425	1.100	1.600	3.500	NA	10.000	
Térmica Convencional	800	1.000	550	1.000	1.100	1.000	2.600	NA		
Renovables	1.000	400	NA	NA	950	200	2.000	NA	2.000	
Redes Eléctricas	125	75	140	60	450	130	NA	NA	1.000	
Subestaciones	500	750	800	1.200	NA	NA	6.000	NA	3.000	

ser excluidos del análisis (atípicos, datos con valores negativos, datos con fechas fuera de la ventana temporal seleccionada para el análisis, etc.).

Una vez el registro de datos ha sido filtrado y los eventos recogidos en él presentan las características correctas para realizar el análisis, se definen las agrupaciones de eventos en ORC.

Selección de ORC

Las ORC se definen mediante la agrupación de eventos con características similares (atendiendo a su frecuencia y severidad). Los eventos se clasifican en función del tipo de actividad y del tipo de riesgo.

La Tabla 4 muestra la matriz con los tipos de actividades y de riesgos definidos, así como el número de eventos comprendido en el cruce de cada uno de estos tipos.

Se ha realizado un análisis de la homogeneidad estadística de las series y se ha decidido:

- ▶ El tratamiento conjunto de los daños materiales y pérdidas de beneficio ocasionados por percances para cada una de las actividades de generación (ORC 1, 2, 3 y 4).
- ▶ El tratamiento conjunto de todos los daños materiales en actividades de distribución, independientemente de que sean redes eléctricas o subestaciones (ORC 5), y de forma análoga de todas las pérdidas de beneficio (ORC 6).
- ▶ El tratamiento independiente de las agresiones en redes eléctricas (ORC 7).
- ▶ El tratamiento conjunto de todos los desastres naturales, independientemente de la actividad de negocio (ORC 8).

Tabla 5. ORC definidas

	Categoría de Riesgo	Categoría de Activo
ORC 1 (40)	Percance - DM & PB	Ciclos Combinados
ORC 2 (12)	Percance - DM & PB	Hidráulica
ORC 3 (13)	Percance - DM & PB	Térmica Convencional
ORC 4 (371)	Percance - DM & PB	Renovables
ORC 5 (77)	Percance - DM	Distribución
ORC 6 (65)	Percance - PB	Distribución
ORC 7 (7)	Agresión - DM	Redes Eléctricas
ORC 8 (51)	Desastre natural- DM & PB	Generación y Distribución

De este modo, son ocho las ORC definidas (Tabla 5).

Premisas del modelo y tratamiento de datos

Una vez definidas las ORC, se realiza un análisis de los datos para verificar el cumplimiento de las premisas del modelo. Los análisis deben realizarse para cada ORC, de tal manera que si alguna de ellas no supera los tests, deberá ser modificada, lo que puede influir en la agrupación de datos para el resto.

A través del análisis exploratorio de datos se comprueba el efectivo cumplimiento de las premisas del modelo (Fig. 32).

Definición de costes asociados al riesgo operacional

En este ejercicio se definirá el coste total del riesgo como:

$$CTR = PE_{Reaseguro} + PE_{Grupo} + PI_{Grupo}(\alpha)$$

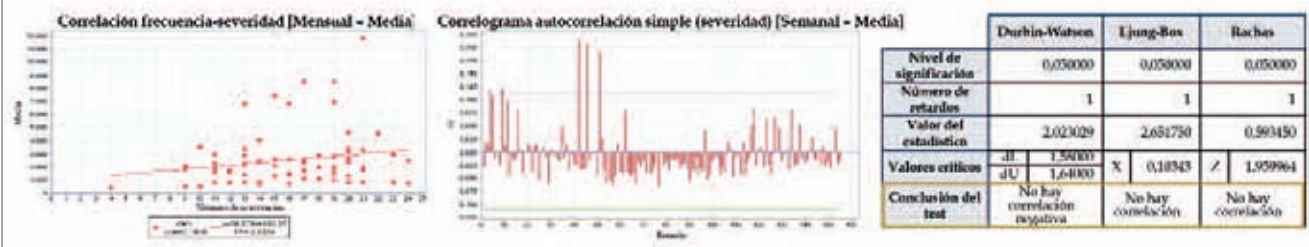
Esta expresión recoge:

- ▶ $PE_{Reaseguro}$: pérdida esperada de reaseguro, que es una aproximación a la prima pura del programa de seguros.

Tabla 4. Agrupación de ORC (con número de eventos)

		Percance		Agresión	Desastre natural		
		DM	PB	DM	DM	PB	
GEN	Ciclos Combinados	ORC 1 (40)			ORC 8 (51)		
	Hidráulica	ORC 2 (12)					
	Térmica Convencional	ORC 3 (13)					
	Renovables	ORC 4 (371)					
DIS	Redes Eléctricas	ORC 5 (77)	ORC 6 (65)	ORC 7 (7)			
	Subestaciones						

Figura 32. Resultados del análisis de premisas del modelo



PE_{Grupo} : pérdida esperada del grupo.

$PI_{Grupo}(\alpha)$: pérdida inesperada del grupo.

Modelización de frecuencias y severidades

Obtención de distribuciones de frecuencias

Para el ajuste de la distribución de frecuencias de los datos empíricos, es necesario tener en cuenta dos aspectos: la propia distribución de frecuencia elegida y la agrupación temporal de los datos de cada ORC.

Para la elección de una combinación de una distribución de frecuencia y una agrupación temporal se realiza el test chi-cuadrado, que arroja un p-valor para cada combinación. Este indicador muestra cuál es la distribución que mejor se ajusta a los datos de la muestra; en principio, la mejor elección es aquella combinación que presente un p-valor superior (Fig. 33).

Adicionalmente, y de manera complementaria al análisis del p-valor de las distintas distribuciones, se puede realizar una comprobación del ajuste gráfico de la distribución empírica respecto a la teórica (Fig. 34). Este análisis es de gran utilidad cuando más de un cruce de distribución y agrupación temporal muestra un p-valor elevado.

Un proceso similar se sigue para todas las ORC definidas, y se selecciona la distribución que mejor modele la frecuencia de los eventos de cada una de ellas.

Las distribuciones habitualmente utilizadas para la modelización de la frecuencia discriminan si la variabilidad del número de siniestros presenta una volatilidad superior a la media (binomial negativa), inferior (binomial) o similar (Poisson). Nótese que las distribuciones binomial y binomial negativa son complementarias, y no es posible el ajuste simultáneo de ambas.

La selección de una distribución de frecuencia, por tanto, no condiciona los valores medios del modelo de siniestralidad, pero sí los eventos extremos o pérdidas inesperadas.

Obtención de distribuciones de severidad

El siguiente paso consiste en realizar el ajuste de las distribuciones de severidad. En este ejemplo, se ha realizado el análisis estadístico para diez tipos de distribuciones teóricas a partir de los importes de pérdida de los eventos de cada ORC.

Una vez obtenidos los parámetros de estas distribuciones, se puede comparar la idoneidad de cada una mediante tests de bondad de ajuste. En este caso, se han llevado a cabo dos tests: Kolmogorov-Smirnov (KS) y Kuiper (K) y, en el caso de la ORC 1, se ha seleccionado la distribución lognormal (Figs. 35 y 36).

En la Tabla 6 se muestran los resultados de las distribuciones elegidas para cada ORC.

Obtención de distribución de pérdidas brutas

Tras la selección de las distribuciones de frecuencia y severidad para cada ORC, se realiza la convolución de ambas funciones. Esta convolución proporciona la distribución de pérdidas simple para cada ORC, de la que se podrán estimar las pérdidas esperadas e inesperadas a nivel individual, y a continuación se realiza la agregación de las distribuciones de pérdidas simples para obtener la distribución de pérdidas agregada (Fig. 37).

Estos resultados representan la pérdida bruta que, de acuerdo con el modelo, sufrirá la compañía en sus actividades de generación y distribución por los riesgos considerados.

Se puede observar que la pérdida esperada es de aproximadamente 74,3 millones de euros y que la pérdida inesperada, con un nivel de confianza del 95%, alcanzaría los 107,2 millones de euros en ausencia de diversificación; es decir, en un periodo de 20 años se esperaría llegar a afrontar pérdidas superiores a esta cantidad. Sin embargo, considerando la

Figura 33. Ajuste de distribuciones de frecuencia de la ORC 4

			Poisson		Binomial			Binomial Negativa		
	μ	σ	λ	p-Valor	N	p	p-Valor	N	p	p-Valor
Diario	0,236846	0,117437	0,236846	0,000000				-	-	-
Semanal	1,659433	3,181793	1,659433	0,000000	-	-	-	2,000000	0,521540	0,000000
Quincenal	3,557551	7,749485	3,557551	0,000000	-	-	-	3,000000	0,459069	0,000000
Mensual	7,213924	7,656642	7,213924	0,344657	-	-	-	118,000000	0,942178	0,057135
Bimestral	14,427847	12,094377	14,427847	0,824004	90,000000	0,161734	0,939026	-	-	-
Trimestral	21,515883	20,187273	21,515883	0,000000	323,000000	0,067208	0,600899	-	-	-
Cuatrimestral	28,855694	30,821258	28,855694	0,000000	-	-	-	424,000000	0,936227	0,000000
Semestral	43,283542	51,612462	43,283542	0,000000	-	-	-	225,000000	0,838626	0,000000
Anual	74,200357	1.857,606607	74,200357	0,000000	-	-	-	4,000000	0,039944	0,000000

Figura 34. Ajuste gráfico de la distribución empírica respecto a la teórica

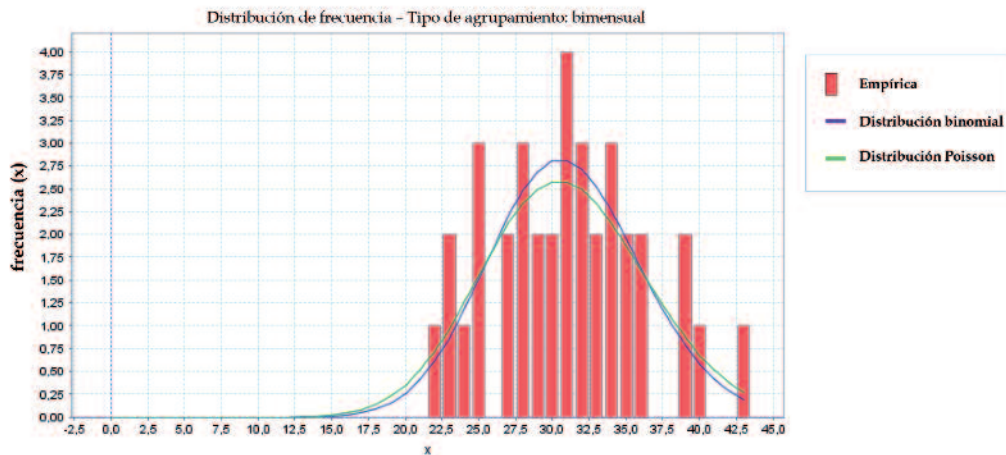


Figura 35. Ajuste de distribuciones de severidad de la ORC 1

Distribuciones	Parámetros	KS	Kuiper
Exponencial	λ 0,000434	0,000000	0,000000
GH	a 437,87338	0,777082	0,852642
	b 827,693048		
	g 1,842524		
	h 0,000000		
Gamma	b1 0,002903	0,000000	0,000000
	b2 0,000000		
	b3 0,000000		
Generalizada Extreme Value	a 0,391986	0,031380	N/A
	b 5,873,040785		
	c 1,475074		
Inversa Burr	α 352,385050	0,078648	0,004608
	μ 217,213979		
	τ 3,223513		
Kernel Núcleo Epanechnikov	γ 0,66456	N/A	N/A
Kernel Núcleo Gaussiano	θ 47,978590	N/A	N/A
Lognormal	h 299,662924	0,926887	0,905265
	h 299,662924		
Pareto	μ 6,085496	0,000000	0,000000
	σ 1,908726		
Weibull	η 0,211633	0,001041	0,000000
	β 3,897471		
	η 1,139,301404		
	β 0,342065		

Figura 36. Función de probabilidad acumulada de la ORC 1 - distribución lognormal

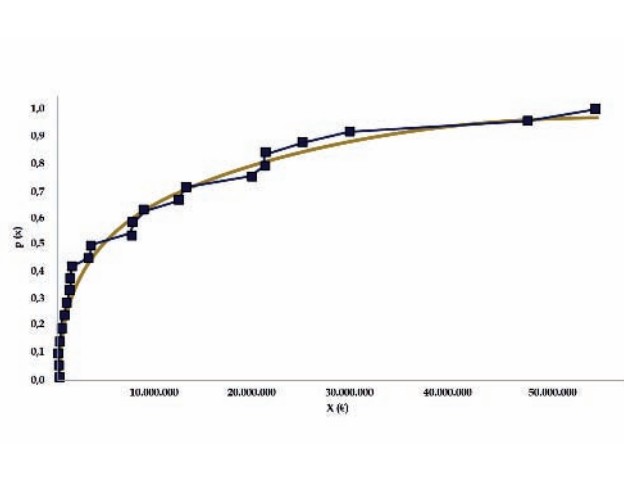
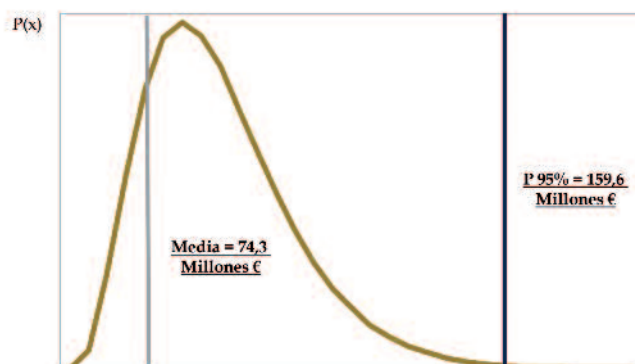


Tabla 6. Ajuste de distribuciones para cada ORC

	Categoría de Riesgo	Categoría de Activo	Distribución de Frecuencia	Distribución de Severidad
ORC 1 (40)	Percance - DM & PB	Ciclos Combinados	Binomial Negativa	Lognormal
ORC 2 (12)	Percance - DM & PB	Hidráulica	Binomial	Gamma
ORC 3 (13)	Percance - DM & PB	Térmica Convencional	Binomial	Lognormal
ORC 4 (371)	Percance - DM & PB	Renovables	Binomial	Lognormal
ORC 5 (77)	Percance - DM	Distribución	Poisson	GH
ORC 6 (65)	Percance - PB	Distribución	Binomial Negativa	Weibull
ORC 7 (7)	Agresión - DM	Redes Eléctricas	Binomial	Weibull
ORC 8 (51)	Desastre natural- DM & PB	Generación y Distribución	Binomial	Lognormal

Figura 37. Distribución de pérdidas agregada



	No diversificado	Diversificado
	Escenario base	Escenario base
PE	74.324.578	74.361.004
PI	107.217.589	85.282.891
VaR	181.542.167	159.643.895

Pérdida

Figura 38. Simulación de pérdidas de la compañía

Sin Stop Loss	Medidas (millones de euros)									
	TOTAL		Retenido Grupo		Retenido Negocio		Retenido Cautiva		Transferido	
	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%
TOTAL GRUPO	76,2	161,4	53,4	111,5	21,0	43,5	32,4	70,1	22,7	58,0
GENERACIÓN	65,1	151,1	42,7	94,6	16,5	36,9	26,2	59,0	22,4	66,7
Ciclos Combinados	37,3	91,5	25,4	58,0	8,9	20,9	16,5	38,1	11,8	36,6
Hidráulica	8,3	38,3	6,1	26,9	3,1	12,0	3,0	17,2	2,2	9,8
Térmica convencional	14,6	27,0	6,3	26,7	2,2	8,6	4,0	19,5	8,3	21,2
Renovables	5,0	10,2	5,0	10,2	2,3	4,2	2,7	7,1	0,0	0,1
DISTRIBUCIÓN	11,1	30,2	10,8	30,2	4,5	11,5	6,2	20,6	0,4	1,0
Redes eléctricas	8,6	24,4	8,3	24,4	3,1	9,6	5,2	16,5	0,3	0,8
Subestaciones	2,5	9,6	2,4	9,5	1,4	3,9	1,0	6,6	0,1	0,2

Con Stop Loss	Medidas (millones de euros)									
	TOTAL		Retenido Grupo		Retenido Negocio		Retenido Cautiva		Transferido	
	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%	Pérdida Esperada	VaR 95%
TOTAL GRUPO	76,2	161,4	46,2	76,7	21,0	43,5	25,2	26,3	30,0	85,3
GENERACIÓN	65,1	151,1	35,5	75,2	16,5	36,9	19,0	23,0	29,6	91,0
Ciclos Combinados	37,3	91,5	18,7	34,5	8,9	20,9	9,8	13,6	18,5	59,8
Hidráulica	8,3	38,3	5,7	25,5	3,1	12,0	2,6	16,8	2,5	10,3
Térmica convencional	14,6	27,0	6,2	26,7	2,2	8,6	3,9	19,9	8,4	23,9
Renovables	5,0	10,2	4,9	10,2	2,3	4,2	2,7	7,1	0,1	0,2
DISTRIBUCIÓN	11,1	30,2	10,7	30,2	4,5	11,5	6,2	20,6	0,4	1,2
Redes eléctricas	8,6	24,4	8,3	24,4	3,1	9,6	5,1	16,6	0,3	1,0
Subestaciones	2,5	9,6	2,4	11,4	1,4	3,9	1,0	6,6	0,1	0,2

diversificación existente entre las ORC, la pérdida inesperada alcanzaría los 85,3 millones de euros; es decir, se obtiene un efecto diversificación de 22 millones de euros. Este efecto, conocido como "efecto cartera", se origina en la independencia existente entre la siniestralidad de las diferentes líneas de negocio.

Modelización de pérdidas con seguro

Partiendo de la calibración efectuada, se puede analizar el efecto que tendría el programa de seguros actual sobre las pérdidas retenidas y transferidas. Para ello, se ha seguido un proceso de simulación de 100.000 escenarios como el descrito en la metodología. Como resultado, se han obtenido las distribuciones de pérdidas asumidas por la compañía y por el seguro. Las pérdidas de la compañía se desglosan a su vez en las asumidas por la cautiva y por cada uno de los negocios (Fig. 38).

Se puede observar que, con el programa de seguros actual (con stop loss) la pérdida bruta esperada asciende a 76,2 millones de euros, de los cuales 41,4 serían transferidos a reaseguro y 34,8 serían retenidos por el grupo. Adicionalmente, de estos 34,8 millones de euros, 15,9 los asumiría el negocio y 18,9 la cautiva.

Cálculo de prima pura

La prima pura, tal y como ha sido definida, sería la pérdida esperada transferida a reaseguro. Por tanto, la prima del programa de seguros analizado (con stop loss) alcanzaría un importe de 41,1 millones de euros.

Al poder desglosar el efecto que el programa de seguros tiene sobre cada una de las actividades de negocio, se puede estimar la prima pura debida a cada una de ellos. En el caso del ejemplo, se observa que el negocio de generación contribuye con 39,3 millones de euros al importe de la prima pura total del

programa. Este desglose permite identificar el peso o contribución de cada negocio a la siniestralidad del grupo y establecer un mecanismo para la definición de costes del riesgo basado en mecanismos de mercado (es decir, la transferencia del coste de las primas cotizadas según su contribución a la siniestralidad).

Definición de la región admisible y frontera eficiente

El riesgo admisible viene determinado, como se ha indicado anteriormente, por el apetito al riesgo de la compañía. A los efectos de simplificar el ejemplo, se ha definido el apetito al riesgo como un límite a las pérdidas máximas por riesgo operacional de 100 millones de euros, con un nivel de confianza del 95%.

Dado que en el programa de seguros actual las pérdidas asumidas por la compañía, tanto por el deducible del negocio como por la retención de la aseguradora cautiva, ascenderían a 57,7 millones de euros (87,7 millones de euros sin stop loss). Con un nivel de confianza del 95%, según se ha visto anteriormente (Fig. 38), la compañía se encontraría en uno de los posibles escenarios de aseguramiento admisibles.

Los escenarios de aseguramiento que lleven las pérdidas para la compañía por encima de 100 millones de euros no serían admisibles, como por ejemplo un escenario de no transferencia del riesgo o no aseguramiento que situara las pérdidas en 161,4 millones de euros, como se aprecia en la cifra de VaR total en la Fig. 38.

Es decir, la definición de la región admisible establece los escenarios de aseguramiento que (1) son compatibles con las políticas y apetito al riesgo de la compañía y (2) corresponden a programas de seguros accesibles en el mercado. Dentro de esta región factible, el escenario más eficiente de aseguramiento

será aquel en el que la diferencia entre prima teórica y prima cotizada sea menor (se minimiza por tanto la ineficiencia existente en el coste de la prima originada por la propia aversión al riesgo del asegurador, por los costes comerciales, etc.).

Determinación del escenario óptimo

Si se realizan movimientos en las condiciones de franquicia y límite del programa de seguros, se puede analizar el efecto que estos movimientos tendrían sobre el coste total del riesgo y llegar a determinar el escenario de aseguramiento óptimo. En la Fig. 39 se muestran los resultados de aumentar y reducir en tramos de un 20% los niveles de franquicia y stop loss.

En este caso, se observa que el mínimo coste total del riesgo (CTR) se conseguiría en un escenario de incremento de la franquicia en un 60% y de reducción del stop loss en un 60%. Es decir, en términos de CTR sería beneficioso incrementar el nivel de retención al mismo tiempo que se disminuye el stop loss. Este escenario dejaría unas pérdidas para el grupo de 52 millones de euros al 95% de confianza, encontrándose dentro de la región admisible y, por tanto, dentro de la política de apetito al riesgo.

El escenario óptimo de aseguramiento en este ejemplo corresponde con el nivel más bajo de stop loss, debido a que la definición de coste del riesgo es proporcional al percentil o pérdidas inesperadas que la compañía puede afrontar. Es decir, la suma de pérdidas esperadas retenidas y cedidas al mercado (esta última es la aproximación a la prima teórica) es una constante independiente del programa de seguros y se corresponde con la pérdida esperada de la cartera de activos. Por tanto, el CTR es proporcional a las pérdidas inesperadas o percentil, y se ve directamente afectado por el nivel de stop loss contratado en caso de activarse (cuando el percentil de pérdidas anuales supera el nivel de stop loss).

Figura 39. Optimización del CTR

Millones de euros		Δ Retención						
		-60%	-40%	-20%	-	20%	40%	60%
Δ Stop Loss	-60%	100,89	99,43	99,02	98,96	98,83	98,77	98,35
	-40%	101,15	100,58	99,83	99,56	99,40	99,33	98,84
	-20%	101,86	102,38	101,16	100,67	100,44	100,30	99,83
	-	102,51	104,21	103,02	102,26	101,89	101,69	101,13
	20%	104,58	107,56	106,19	105,15	104,58	104,29	103,70
	40%	106,09	110,41	109,37	108,25	107,49	107,03	106,34
	60%	107,90	112,70	112,69	111,41	110,45	109,84	109,20
Sin Stop Loss		120,12	124,46	129,96	133,27	136,94	140,10	146,14

Conclusiones del caso

El caso práctico, necesariamente simplificado, permite ilustrar de forma concreta cómo las metodologías expuestas a lo largo del documento contribuyen a objetivar y cuantificar el nivel o perfil de riesgo operativo asegurable y evaluar el programa de seguros más adecuado para una compañía. Aportan adicionalmente información de utilidad para su negociación, tal como el coste estimado de la prima o la medición de la posible “ineficiencia” en su cotización. El proceso seguido en el ejemplo práctico permite, por tanto, ofrecer respuesta a algunas preguntas clave en la gestión de este riesgo, tales como las siguientes:

- ▶ Las pérdidas a las que está expuesta la compañía. Es decir, el nivel de riesgo inherente a los activos y a la actividad de negocio. Estas pérdidas se cuantifican mediante la modelización de la distribución de pérdidas brutas (previas a la aplicación de un programa de seguros) en determinados escenarios (percentiles diversos de la distribución que permiten medir la exposición a las pérdidas cada año o cada x años). En el ejemplo, las pérdidas potenciales ascenderían a aproximadamente 161 millones de euros cada 20 años (percentil 95 de la distribución) frente a unas pérdidas brutas anuales esperadas de 76 millones de euros.
- ▶ La aportación de cada negocio al riesgo total del Grupo. La contribución al perfil de riesgo de la compañía de cada una de las actividades de negocio o conjunto de activos, lo que permitiría una imputación de costes objetiva y una priorización de actuaciones de renovación o mejora de los activos y su operación y mantenimiento. En el ejemplo (Figura 38), los activos de generación estarían aportando aproximadamente el 85% de las pérdidas esperadas o siniestralidad al Grupo, frente al 15% que aportan los activos de distribución. Dentro de los activos de generación, los ciclos combinados serían los causantes de aproximadamente el 50% de la siniestralidad del Grupo. En términos de pérdidas potenciales (cada 20 años) la contribución de generación y distribución es respectivamente un 93% y 18% (en conjunto, 111%) y permite observar que los activos de generación y distribución presentan entre ellos un efecto diversificador del 12% (la pérdida potencial del Grupo es un 12% menor que la suma de las pérdidas potenciales de cada grupo de activos).
- ▶ El coste razonable de la prima asociada a un determinado programa de seguros; en particular de la prima teórica o pura, que constituye el primero de los tres componentes del coste de la prima (que se complementa con el coste comercial o de gestión y un margen por aversión al riesgo del asegurador). Esta prima pura se estima a partir de la función de pérdidas resultante como la diferencia entre pérdidas brutas y netas. En el ejemplo, supone unos 41 millones de euros.
- ▶ El coste total del riesgo para la compañía. Es decir la suma del coste proveniente de las pérdidas esperadas, de las primas satisfechas y de las pérdidas potenciales. En el ejemplo 35, 41 y 58 millones de euros respectivamente.
- ▶ Las vías de mejora y de optimización del programa de seguros actual. Es decir, las palancas de gestión para optimizar no solo las primas satisfechas, sino el coste total del riesgo. En el ejemplo (nótese que se trata de datos ficticios) un incremento de franquicia y una reducción del *stop loss* del orden del 60% reduce el coste total del riesgo en un 4%, desplazándolo de 102 a 98 millones de euros.
- ▶ El valor de productos de aseguramiento tales como el *stop loss*. Es la cuantificación del coste razonable asociado a cada uno de los componentes del programa de seguros en función de su impacto económico en el perfil de pérdidas de la Compañía. Se calcula como la variación en el coste



total del riesgo del Grupo asociada a su inclusión en el programa. En este ejemplo, las Figuras 25 a 28 muestran aquellas combinaciones de franquicia y *stop loss* en las que este último no tiene efectividad en términos de reducción del coste del riesgo para la compañía, en tanto que no altera sustancialmente sus pérdidas potenciales. Este análisis permite valorar la conveniencia económica de la modificación de las condiciones del programa de seguros, discriminando, por ejemplo, aquellos niveles de franquicia o *stop loss* cuya eficacia en la reducción del riesgo de la compañía justifica su precio o su incremento en prima.

- ▶ La respuesta del mercado ante variaciones en la configuración del programa de seguros. Es la medición del efecto que un cambio en franquicias, valores asegurados, etc. tiene en las primas. La existencia de componentes en la formación de una prima adicionales a las pérdidas cedidas al asegurador, tales como su aversión al riesgo o costes comerciales, introduce incertidumbre o ineficiencia en el coste del seguro afrontado por la compañía, y esta se puede medir como la diferencia entre la prima cotizada y la prima teórica, que varía al cambiar las condiciones del programa (deducibles –franquicias- y *stop loss*).

Adicionalmente, es razonable considerar que el comportamiento del mercado asegurador será muy sensible a cambios relevantes en las condiciones de aseguramiento (por ejemplo, un aumento de la prima no lineal ante reducciones considerables de los niveles de retención). Por ello, la formulación del coste total de riesgo contempla factores de endurecimiento que es viable estimar a partir de cotizaciones dadas por el mercado para programas equivalentes, diferenciados únicamente en el nivel de retención y el límite. Este endurecimiento del mercado, o crecimiento exponencial de primas ante variaciones en los niveles de cesión, puede venir originado por siniestralidad reciente, tanto propia como de terceros, por inmadurez y por desconocimiento del perfil de riesgo de nuevas tecnologías, entre otros factores.

En este ejercicio, el comportamiento del CTR viene determinado por la activación del límite o *stop loss*. Este comportamiento permite identificar aquellos niveles de *stop loss* que no afectan al coste del riesgo de la compañía y, por tanto, para los que un incremento de prima asociado a un mejor *stop loss* no justifica la inversión en términos de reducción del riesgo.

Respecto a la disponibilidad de fuentes de información, el uso de este tipo de metodologías no requiere de la existencia de un histórico amplio de eventos, sino que permite obtener resultados con pocas ocurrencias. En tales casos, no es necesario que las agrupaciones de eventos en ORC alcancen un nivel elevado de granularidad; es suficiente con realizar agrupaciones de alto nivel (por ejemplo, por actividad de negocio y tipo de riesgo) para alcanzar resultados razonables. Si no se dispone de eventos sectoriales, como es el caso del ejemplo, los resultados de la modelización se ceñirán al historial reciente de eventos de la compañía, lo que por otro lado suele ser el *input* fundamental utilizado por las compañías de seguros para determinar la prima de un determinado programa. En todo caso, el análisis se puede enriquecer mediante ejercicios de *stress test* o de sensibilidad, que permiten estimar el riesgo ante cambios en los parámetros de la modelización mediante la incorporación de eventos hipotéticos representativos de sucesos similares acaecidos en el sector y cambios en el perímetro asegurado (por ejemplo, los debidos a desinversiones en activos productivos³⁷).

³⁷En este sentido, tanto el ajuste de frecuencias como de severidades debe contemplar la existencia de factores de escalado para incorporar en el perfil de riesgo cambios en la cartera de activos originados por inversiones, desinversiones, cambios en tecnología o la introducción de medidas correctoras. Por ejemplo, la adquisición de una red de distribución incrementará la frecuencia de los siniestros, aunque tal vez no su severidad, y el incremento de potencia de una turbina de generación puede suponer un incremento en la pérdida de beneficio de esta ante un siniestro, si bien no afectará a su frecuencia.



Glosario



Aseguradora cautiva: compañía de seguro y reaseguro perteneciente a un grupo empresarial que tiene como misión la cobertura de los riesgos de dicho grupo.

Cobertura: entidad básica del seguro que define el objeto asegurado, la entidad que adquiere el riesgo (asegurador), la entidad que libera el riesgo (asegurado), el capital asegurado (límite), el deducible (franquicia) y el nivel de cobertura (porcentaje asumido).

Evento: suceso que constituye la materialización del riesgo operacional. Se caracteriza por la causa que lo origina (motivo por el que sucede el evento) y el impacto que ocasiona (todas aquellas pérdidas en que no se hubiera incurrido de no haberse producido el evento). Todos los impactos ocasionados por la misma causa origen se consideran pertenecientes al mismo evento.

Franquicia o deducible: importe de la pérdida asegurada a cargo del asegurado.

Límite: importe máximo de las pérdidas aseguradas cubiertas por la compañía de aseguradora. Este límite podrá ser, en general, de distintos tipos:

Límite por ocurrencia: aplica a cada siniestro dentro de la cobertura.

Límite agregado: aplica a la suma acumulada de siniestros de la cobertura de manera que si en el n-ésimo siniestro las pérdidas acumuladas por siniestros del mismo tipo sobrepasa el límite, la aseguradora queda exenta de cubrir el exceso.

Póliza: contrato que establecen tomador y asegurado por el cual se fijan las condiciones del seguro.

Póliza de directo: documento mediante el cual el tomador traspasa el riesgo al asegurador y se establecen las condiciones del seguro. El asegurador, a su vez, traspasa el riesgo a la cautiva mediante lo que se denomina "acuerdo de fronting".

Prima: coste que el tomador paga al asegurador por suscribir la póliza. Se compone de:

Prima pura: coste real de riesgo asumido por el asegurador, basada en la pérdida esperada.

Recargo o *add-on*: importes que se suman a la prima pura por conceptos como gastos de administración, margen comercial, gastos de gestión, etc.

Recuperación: importe de la pérdida bruta que no constituye finalmente pérdida para la compañía. La recuperación es un hecho independiente de la pérdida original. Habitualmente se consideran dos tipos de recuperaciones en la industria: garantías (importe de la pérdida cubierto por el fabricante del activo) y seguros (importe de la pérdida cubierto por seguros, sujeto a las condiciones de la póliza suscrita previamente).

Riesgo operacional: riesgo de sufrir pérdidas debido a la inadecuación o a fallos de los procesos, personas o sistemas internos, o bien a causa de acontecimientos externos. Habitualmente se incluye el riesgo legal y de cumplimiento y se excluye el riesgo estratégico y de reputación. En la industria se diferencia entre:

Riesgo asegurable: riesgo operacional susceptible de ser asegurado, y por tanto de ser transferido parcial o totalmente a un tercero, generalmente a cambio del pago de una prima. Comprende los daños en los activos de la compañía y los daños a terceros causados en el ejercicio de su actividad.

Riesgo no asegurable: parte del riesgo operacional relacionada con fallos en los procesos o sistemas.

Stop loss: producto que limita las pérdidas totales asumibles por la cautiva a un determinado importe.

Referencias



Australian Government, Department of Foreign Affairs and Trade (16 January 2012). *Great East Japan Earthquake: economic and trade impact*.

Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (January 2013). *Principles for effective risk data aggregation and risk reporting*. Basel: Bank for International Settlements, BIS.

Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (June 2004). *Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework*. Basel: Bank for International Settlements, BIS.

Basel Committee on Banking Supervision, BCBS (BIS) (2010). *Principles for Enhancing Corporate Governance*. Basel: Bank for International Settlements, BIS.

British Petroleum, BP (2010). *Summary review*.

British Petroleum, BP (2010). *Sustainability review*.

Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission, COSO, (September 2004). *Enterprise Risk Management -- Integrated Framework (COSO II)*.

European Bank Association, EBA (2011). *Guidelines on Internal Governance (GL-44)*.

European Commission, EC (25 November 2009). *Directive 2009/138/EC of the European Parliament and of the Council of 25 November 2009 on the taking-up and pursuit of the business of Insurance and Reinsurance (Solvency II)*.

European Commission (Liikanen), EC (2012). *High-level Expert Group on reforming the structure of the EU banking sector*.

European Securities and Markets Authority, ESMA / U.S.A. Market Infrastructure Regulation / Dodd-Frank Act.

Federation of European Risk Management Associations, FERMA (2003). *Estándares de gerencia de riesgos*

Foro de reputación corporativa, FRC (Diciembre 2005). *Introducción a la reputación corporativa*.

Independent Commission on Banking, ICB (Walker) (2009-ongoing). *A review of corporate governance in UK banks and other financial industry entities*. London: The Walker review Secretariat.

International Organization for Standardization, ISO (2009). *Risk Management – Principles and guidelines*. ISO 31000-2009

International Organization for Standardization, ISO (2009). *Guide 73:2009, Risk management - Vocabulary complements ISO 31000*.

International Organization for Standardization, ISO / International Electrotechnical Commission, IEC (2009). *ISO/IEC 31010:2009, Risk management – Risk assessment techniques focuses on risk assessment*.

Institute of International Finance, IIF (2011). *Implementing robust risk appetite frameworks to strengthen financial institutions*.

Government of Japan (August 2011), *Economic Impact of the Great East Japan Earthquake and Current Status of Recovery*.

Government of Japan (March 2012), *Japan's Challenges Towards Recovery*.

Management Solutions (2014), *Model Risk Management: Aspectos cuantitativos y cualitativos del riesgo de modelo*

Nathaniel C. Johnson, (29 January 2014). *Atmospheric Science: A boost in big El Niño*. Online Publication: Nature Climate Change 4, 90–91 (2014) doi:10.1038/nclimate2108.

Prudential Regulation Authority, PRA (former Financial Services Authority, FSA) (September 2012). *Effective corporate governance (Policy Statement, PS 10/15)*.

Prudential Regulation Authority, PRA (former Financial Services Authority, FSA) (January 2010). *Effective corporate governance (Significant influence controlled functions and the Walker review) (Consultation Paper, CP 10/3)*.

Senior Supervisors Group, (2010). *Observations on Developments in Risk Appetite Frameworks and IT Infrastructures*.

Senate and House of Representatives of the United States of America, (July 2002). *Sarbanes-Oxley Act of 2002 - Public Law 107–204 107th Congress*.

Nuestro objetivo es superar las expectativas de nuestros clientes convirtiéndonos en socios de confianza

Management Solutions es una firma internacional de servicios de consultoría centrada en el asesoramiento de negocio, finanzas, riesgos, organización y procesos, tanto en sus componentes funcionales como en la implantación de sus tecnologías relacionadas.

Con un equipo multidisciplinar (funcionales, matemáticos, técnicos, etc.) de más de 1.300 profesionales, Management Solutions desarrolla su actividad a través de 18 oficinas (9 en Europa, 8 en América y 1 en Asia).

Para dar cobertura a las necesidades de sus clientes, Management Solutions tiene estructuradas sus prácticas por industrias (Entidades Financieras, Energía y Telecomunicaciones) y por líneas de actividad (FCRC, RBC, NT) que agrupan una amplia gama de competencias -Estrategia, Gestión Comercial y Marketing, Organización y Procesos, Gestión y Control de Riesgos, Información de Gestión y Financiera, y Tecnologías Aplicadas-.

En la industria de energía, Management Solutions presta servicios a todo tipo de sociedades - eléctricas, gasistas, petroquímicas, etc.- tanto en corporaciones globales como en compañías locales y organismos públicos.

David Coca

Socio de Management Solutions
david.coca@msspain.com

Raúl García de Blas

Socio de Management Solutions
raul.garcia.de.blas@msspain.com

Javier Calvo

Gerente de Management Solutions
javier.calvo.martin@msspain.com

Javier Álvarez

Gerente de Management Solutions
javier.alvarez.garcia@msspain.com

Álvaro del Canto

Gerente de Management Solutions
alvaro.del.canto@msspain.com

Diseño y Maquetación
Dpto. Marketing y Comunicación
Management Solutions - España

© **Management Solutions. 2014**
Todos los derechos reservados



www.managementtsolutions.com

Madrid Barcelona Bilbao London Frankfurt Warszawa Zürich Milano Lisboa Beijing
New York San Juan de Puerto Rico México D.F. Bogotá São Paulo Lima Santiago de Chile Buenos Aires