

**EL CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO
OPERACIONAL: UNA APLICACIÓN DEL MODELO
DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS**

**ENRIQUE JOSÉ JIMÉNEZ RODRÍGUEZ
JOSÉ MANUEL FERIA DOMÍNGUEZ**

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS
DOCUMENTO DE TRABAJO
Nº 362/2008

De conformidad con la base quinta de la convocatoria del Programa de Estímulo a la Investigación, este trabajo ha sido sometido a evaluación externa anónima de especialistas cualificados a fin de contrastar su nivel técnico.

La serie **DOCUMENTOS DE TRABAJO** incluye avances y resultados de investigaciones dentro de los programas de la Fundación de las Cajas de Ahorros.
Las opiniones son responsabilidad de los autores.

EL CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO OPERACIONAL: UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS*.

AUTORES:

ENRIQUE JOSÉ JIMÉNEZ RODRÍGUEZ

PROFESOR DE ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD
DEPARTAMENTO DE DIRECCIÓN DE EMPRESAS

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

Ctra. de Utrera, km. 1, 41013 (SEVILLA)

TFNO: 954977925 **FAX:** 954348353 **E-mail:** ejimenez@upo.es

JOSÉ MANUEL FERIA DOMÍNGUEZ

PROFESOR DE ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD
DEPARTAMENTO DE DIRECCIÓN DE EMPRESAS

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

Ctra. de Utrera, km. 1, 41013 (SEVILLA)

TFNO: 954349363 **FAX:** 954348353 **E-mail:** jmferdom@upo.es

JOSÉ LUIS MARTÍN MARÍN

CATEDRÁTICO DE ECONOMÍA FINANCIERA Y CONTABILIDAD
DEPARTAMENTO DE DIRECCIÓN DE EMPRESAS

UNIVERSIDAD PABLO DE OLAVIDE

Ctra. de Utrera, km. 1, 41013 (SEVILLA)

TFNO: 954349056 **FAX:** 954348353 **E-mail:** jlmartin@upo.es

PALABRAS CLAVE: NUEVO ACUERDO DE CAPITAL (BASILEA II); RIESGO OPERACIONAL; MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS (LDA); VALOR EN RIESGO OPERACIONAL (OpVaR); RATIO DE DIVERSIFICACIÓN.

KEY-WORDS: NEW CAPITAL ACCORD (BASLE II); OPERATIONAL RISK; LOSS DISTRIBUTION APPROACH (LDA); OPERATIONAL VALUE AT RISK (OpVaR); DIVERSIFICATION RATIO.

CÓDIGOS JEL: G1, G2 y C1.

* Este trabajo ha sido financiado por la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, mediante la convocatoria de Proyectos de Excelencia 2007. Referencia PO6-SEJ01537.

EL CAPITAL ECONÓMICO POR RIESGO OPERACIONAL: UNA APLICACIÓN DEL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS.

RESUMEN

En los últimos años, la industria bancaria ha sufrido importantes pérdidas por fallos operacionales. Consciente de ello, el Comité de Basilea publicó, en 2004, un Nuevo Acuerdo de Capital en el que instaba a las entidades financieras a medir, controlar y gestionar su riesgo operacional. En este contexto, el concepto de Valor en Riesgo (VaR) se convierte en un elemento crucial para la medición del riesgo operacional y, por ende, para el cálculo del capital económico (CaR). En este trabajo, abundamos en el concepto de Valor en Riesgo Operacional (OpVaR), así como en el proceso metodológico para su cálculo, basándonos en el Modelo de Distribución de Pérdidas Agregada (LDA). Además, realizamos un análisis de sensibilidad del CaR global de una entidad para mostrar la incidencia del efecto diversificación.

PALABRAS CLAVE: NUEVO ACUERDO DE CAPITAL (BASILEA II); RIESGO OPERACIONAL; MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS (LDA); VALOR EN RIESGO OPERACIONAL (OpVaR); RATIO DE DIVERSIFICACIÓN.

ECONOMIC CAPITAL FOR OPERATIONAL RISK: AN APPLICATION USING LOSS DISTRIBUTION APPROACH (LDA).

SUMMARY

In the last few years, bank industry has suffered from important losses due to operational failures. Being aware of that, in 2004, the Basel Committee published a New Capital Accord in which financial institutions were encouraged to measure, control and manage operational risk. In this context, Value at Risk (VaR) becomes essential for operational risk measurement and, what is more important, for estimating capital requirements (Capital at Risk). In this paper, we focussed on the Operational Value at Risk (OpVaR) as well as the methodological process for its estimation from the LDA perspective. Moreover, we conducted a sensibility analysis on the global CaR in order to show the impact of the diversification effect.

KEY-WORDS: NEW CAPITAL ACCORD (BASLE II); OPERATIONAL RISK; LOSS DISTRIBUTION APPROACH (LDA); OPERATIONAL VALUE AT RISK (OpVaR); DIVERSIFICATION RATIO.

CÓDIGOS JEL: G1, G2 y C1.

1. INTRODUCCIÓN.

Aunque el riesgo operacional es inherente al negocio bancario y no puede ser eliminado en su totalidad, sí puede ser gestionado, controlado y, en determinados casos, asegurado. En esta línea, la gestión de dicho riesgo no es una nueva práctica; siempre ha sido primordial para la banca tratar de prevenir el fraude, mantener la integridad de los controles internos y reducir los errores en el procesamiento de las transacciones. Para ello, áreas de soporte como la de Organización elaboran, para determinados procesos de la entidad, procedimientos de trabajo que, entre otros aspectos, contemplan los controles y las verificaciones oportunas que permitan el desarrollo de productos y servicios con la menor cuota de riesgo posible. Sin embargo, si resulta novedosa la concepción del riesgo operacional como una disciplina específica integrada en la gestión global de riesgos de la entidad –en armonía con el control del de crédito y el de mercado– según recomienda el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea en el Nuevo Acuerdo de Adecuación de Capital [Basel, 2004]. Así, unas de las principales novedades, que recoge el texto, es la inclusión de requerimientos de capital regulatorio¹ por dicho riesgo; de esta forma, el nuevo coeficiente de solvencia del 8% –véase Vargas [2001] y Álvarez [2001]– incluye en su denominador el riesgo operacional (un 20% sobre el 8%), y se define tal y como se ilustra a continuación:

$$\frac{\text{Capital Regulatorio}}{\text{R. de Crédito (Activos Ponderados)} + 12,5 * (\text{R. de Mercado} + \text{R. Operacional})} \geq 8\% \quad [1]$$

Hasta la publicación de la nueva propuesta de requerimientos de capital, no existía una definición ampliamente consensuada de riesgo operacional. Por éste se entendía: “*todo aquello que no era ni riesgo de crédito, ni riesgo de mercado*” [Hoffman, 1998: 29]. En consecuencia, el Comité [2004: 128], como punto de partida para su gestión y control, normaliza dicho concepto definiéndolo explícitamente como: “*el riesgo de pérdida resultante de una falta de adecuación o un fallo de los procesos, el personal y los sistemas internos o bien de acontecimientos externos*”. Esta definición incluye el riesgo legal o jurídico, pero excluye el riesgo estratégico y el riesgo de reputación. Por otro lado, la incorporación del riesgo operacional, en el coeficiente de solvencia ha promovido que los bancos con sistemas de control menos sofisticados comiencen a administrar más eficazmente este riesgo y que aquellas entidades, que ya aplicaban modelos avanzados, hayan alcanzado estadios superiores en sus metodologías de medición. No obstante, el desarrollo de estas técnicas sigue un proceso dinámico, de tal manera que, la industria financiera, continúa realizando sustanciales

¹ El capital regulatorio representa el nivel mínimo de recursos propios con el que las entidades de crédito deben cubrir las posibles pérdidas derivadas de los diferentes tipos de riesgos a los que están expuestas. La diferencia respecto al concepto de capital económico estriba en que en el primero el nivel mínimo de solvencia lo fija el regulador, mientras que en el segundo el nivel de recursos propios deseado se relaciona con un *rating* objetivo establecido por la propia entidad o los accionistas de ésta. Si bien, nótese que en el presente trabajo utilizaremos ambos términos, en un sentido amplio, como sinónimos.

esfuerzos para su perfeccionamiento. Dicho dinamismo se fundamenta en dos aspectos: por un lado, la inmadurez de las propias metodologías, de las cuales aún no existen reportes robustos sobre su fiabilidad y eficacia; y, en segundo término, la propia flexibilidad que concede el Comité en cuanto a las técnicas de cálculo del capital regulatorio se refiere y, en particular, a las metodologías de medición internas. A tal efecto, la recomendación del Comité consiste en cursar un proceso secuencial a lo largo de la gama de métodos disponibles, conforme se desarrollen sistemas y prácticas de medición más sofisticadas. Aunque, cabría señalar que el desarrollo y utilización de técnicas más avanzadas va a depender, en gran medida, de la disponibilidad de datos internos de pérdidas operacionales.

En este trabajo, nos detenemos, de manera especial, en evaluar el Modelo de Distribución de Pérdidas (*Loss Distribution Approach, LDA*), ya que éste, apoyado en el concepto de Valor en Riesgo Operacional (*Operational Value at Risk, OpVaR*), parece el enfoque mejor posicionado para el cálculo del capital en riesgo (*Capital at Risk, CaR*) [véase Embrechts et al, 2003; Dutta y Perry, 2006; Aue y Kalkbrener, 2007]. En este sentido, para testar el enfoque LDA, seleccionaremos dos líneas de negocio bancario, para las cuales aproximaremos el CaR utilizando la metodología de Simulación de Montecarlo. Para estimar los parámetros estadísticos de las distribuciones de pérdidas, nos fundamentaremos en el estudio efectuado por el Comité [2002] sobre las pérdidas operacionales acaecidas en el sector bancario a nivel internacional, véase el apéndice C. Los resultados emanados de dicho trabajo servirán de referencia a la hora de proyectar el perfil de riesgo de las unidades de negocio elegidas. Por último, en función de la correlación existente entre las diferentes categorías de riesgo operacional, examinaremos el efecto mitigador de la diversificación en la cuantificación del CaR; aspecto recogido explícitamente por el Comité [2006a: 152] en su Nuevo Acuerdo.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. LAS MEDICIÓN DEL RIESGO OPERACIONAL.

La medición –en términos de capital económico– se convierte en el aspecto más complejo y, a la vez, más trascendental en el tratamiento del riesgo operacional. El Comité de Basilea [2001b] propone tres enfoques para calcular los requerimientos de capital por dicho riesgo que, de menor a mayor grado de sofisticación y sensibilidad al riesgo, son: (1) el Método del Indicador Básico (*Basic Indicator Approach, BIA*); (2) el Método Estándar (*Standardised Approach, SA*); y (3) las Metodologías de Medición Avanzada (*Advanced Measurement Approach, AMA*). A su vez, dentro de los modelos AMA, se describen tres metodologías: el Modelo de Medición Interna (*Internal Measurement Approach, IMA*); los Cuadros de Mando (*Scorecards*); y el Modelo de Distribución de Pérdidas (*Loss Distribution Approach, LDA*). Véase al respecto la figura 1.

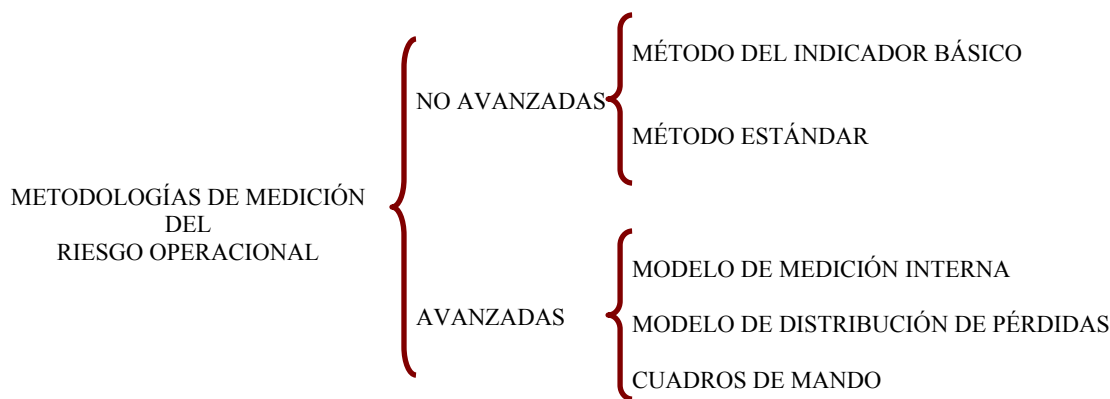


Figura 1: Las metodologías de medición del riesgo operacional.

Los enfoques Básico y Estándar se conciben como metodologías *top-down* [Basel, 2001b: 3]; de esta forma, ambos cubren el riesgo con un capital equivalente a un porcentaje fijo de los ingresos brutos, variable que se utiliza como aproximación al tamaño o nivel de la exposición al riesgo operacional de una entidad de crédito. La principal diferencia entre uno y otro método estriba en que en el Estándar el total de capital requerido se calcula como la suma de las necesidades de capital regulador de cada una de las ocho líneas de negocio descritas por el Comité [2006: anexo 8]. Por contra, las metodologías AMA se engloban dentro de los llamados enfoques *bottom-up*; ya que calculan el capital económico a partir de datos internos de pérdidas distribuidos por su tipología y unidad de negocio; tras este cálculo específico, se computa el capital para el banco en su conjunto. En cuanto a la aplicación del Método Estándar y las metodologías AMA, el Comité [2006a: 148-155] propone que las entidades cumplan unos criterios de admisión específicos, que deberán ser validados por el supervisor [véase Banco de España, 2006a]. En cambio, se pretende que el Método del Indicador Básico –siempre y cuando se sigan las directrices del documento “*Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk*” [Basel, 2003]– sea aplicable a cualquier banco, independientemente de la complejidad de sus actividades, constituyendo así un punto de partida en el proceso de cálculo de capital [Jiménez y Martín, 2005].

2.2. LA PÉRDIDA OPERACIONAL.

Una condición *sine qua non* en la gestión y control del riesgo operacional es la elaboración y desarrollo de una base de datos interna de pérdidas operacionales (BDIPO); pues, como sugiere Nieto [2005: 174], son éstas las que mejor proyectan el perfil de riesgo de la entidad. En consecuencia, los bancos deben instrumentar los mecanismos necesarios para realizar un seguimiento efectivo de sus eventos de pérdidas operacionales; contemplando, al mismo tiempo, los requisitos mínimos de calidad establecidos por el Comité [2006a: 152-153] para el desarrollo de las BDIPO.

Pérdidas Esperadas y No Esperadas.

En pro de una homogénea categorización de la pérdida en el sector bancario se antoja necesario utilizar la clasificación propuesta por el Comité [2006a: anexo 9] la cual identifica siete categorías de riesgos operacionales. Pero, en un sentido más amplio, las pérdidas operacionales podemos fragmentarlas en: esperadas (*expected loss*) y no esperadas (*unexpected loss*). Así pues, el conjunto de pérdidas operacionales esperadas recogerá todas aquellas mermas, previsibles y habituales, intrínsecas a la actividad ordinaria de la entidad. Por tanto, si se presentan como un coste más del negocio, deberían estar repercutidas implícitamente en el precio final de los productos y servicios; o, en su defecto, en un sentido más estricto, deberían provisionarse. Un ejemplo a colación, bastante preciso de este tipo de pérdidas, serían las “diferencias de caja” registradas, casi a diario, en las oficinas bancarias, pero por importes, generalmente, baladíes. De otra parte, las pérdidas no esperadas se referirán a sucesos no previstos inicialmente por la entidad que, sin embargo, pueden desencadenar situaciones funestas para la institución dada la magnitud del quebranto. En primera instancia, el Comité sugiere su cobertura mediante el uso de los Fondos Propios –de ahí la inclusión del riesgo operacional como un elemento más del denominador del coeficiente de solvencia de la entidad–. No obstante, existen determinados peligros con una dimensión catastrófica, para los cuales habrá que articular medidas adicionales como la traslación de riesgos utilizando contratos de seguros.

Severidad y Frecuencia.

Independientemente de la previsión o no de la pérdida, a la hora de identificarla, es preciso definir dos parámetros: por un lado, la *severidad*, o cuantía monetaria de la pérdida; y, por otra parte, la *frecuencia* con que se repite el suceso durante un período de tiempo establecido o, dicho de otra manera, la probabilidad de que acontezca ese evento. En la medida en que ambas variables se suponen estadísticamente independientes, son modeladas por separado. En un sentido amplio, en el histórico de pérdidas operacionales de una entidad de crédito se registrarán un elevado número de eventos que provoquen pérdidas de pequeña magnitud –por ejemplo, las mencionadas “diferencias de caja”–. Pero, dada la aún poca profundidad de las BDIPO, para sucesos de baja o media frecuencia pero elevada severidad, la información que posee una sola entidad es, cuanto menos, insuficiente para modelar con robustez estadística la distribución de pérdidas operacionales. Por ello, el Comité [2006a: 153-154] permite complementar los datos internos con la utilización de bases de datos de pérdidas externas que agreguen información sobre estos sucesos, que posiblemente la entidad no haya experimentado, pero a los que sí está expuesta. A tal efecto, el banco debe contar con un proceso sistemático que determine bajo qué circunstancias se justifica la utilización de datos externos y qué metodologías se emplearán para su calibración con los internos [véase Baud *et al.*, 2002]. Por otro lado, como subrayan Guillen *et al.* [2007], no podemos ignorar el fenómeno conocido por *under-reporting*, éste consiste en obviar o no identificar determinadas pérdidas generadas por fallos operacionales, de tal forma que, por ejemplo,

pequeñas pérdidas con alta frecuencia no son computadas a la hora de calcular el cargo de capital, aunque su agregación bien pudiera constituir una seria amenaza para la solvencia de la entidad.

Tabla 1: Principales bases de datos externas de pérdidas operacionales.

BASE DE DATOS	GESTOR Y OBSERVACIONES.
<i>ORX (Operational Riskdata eXchange Association)</i>	<i>PriceWaterhuose</i> . Principales bancos internacionales.
<i>CERO (Consortio Español de Riesgo Operacional)</i>	Grupo de bancos españoles dentro de <i>ORX</i> .
<i>GOLD (Global Operational Loss Database)</i>	Bancos británicos.
<i>MORE (Multinational Operational Risk Exchange)</i>	Gestionada por <i>Netrisk</i> .
<i>DIPO (The Database Italiano Perdite Operative)</i>	Banco de Italia. Sólo bancos italianos.
<i>Algo OpVantage FIRST</i>	<i>Fitch Ratings</i> . Sólo eventos públicos.

Fuente: Elaboración propia.

3. EL MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE PÉRDIDAS (LDA).

3.1. EL VALOR EN RIESGO OPERACIONAL (OPVAR).

El enfoque LDA (*Loss Distribution Approach*) es una técnica estadística, heredada del ámbito actuarial [véase Bühlmann, 1970], que tiene como objetivo la obtención de una función de distribución de pérdidas agregadas. El modelo se establece sobre la información de pérdidas históricas, registradas en base a la matriz que conforman las ocho líneas de negocio y los siete tipos de riesgos estandarizados por el Comité. En total 56 casillas para cada una de las cuales debemos estimar, por un lado, la distribución de la frecuencia y, por otro, la de la severidad. Una vez definidas éstas, el siguiente paso consiste en obtener la distribución de pérdidas agregadas por riesgo operacional adscrita a cada celda. Para el cálculo del capital regulatorio, vinculado a cada casilla, se aplica el concepto de Valor en Riesgo (*Value at Risk, VaR*) al contexto del riesgo operacional, adoptando la nomenclatura de OpVaR (*Operational Value at Risk*). El OpVaR representa un percentil de la distribución de pérdidas por lo que es, ante todo, una medición de tipo estadístico y, por consiguiente, requiere el establecimiento, a priori, de una serie de parámetros:

- *Un intervalo o nivel de confianza asociado al cálculo.* A efectos de cálculo de capital, el Comité [2006a: 151] es explícito estableciendo para tal efecto el 99,9%.
- *Un plazo, o unidad de tiempo, al cual va referido la estimación.* En relación al riesgo de mercado, la determinación de dicho parámetro no es arbitraria, sino que se encuentra vinculada a la naturaleza de la posición, así como al período de tiempo necesario para su liquidación o cobertura. El Comité [2006a: 151] indica que, en el caso del riesgo operacional, la estimación debe de ir referida a un horizonte temporal de un año.

- *Una moneda de referencia.* El OpVaR de una línea de negocio se expresa en unidades monetarias. Este hecho convierte a dicha variable en una magnitud intuitiva y fácilmente comprensible para sus potenciales usuarios (reguladores, supervisores, gestores de riesgos, etc.) quienes podrán tomar decisiones en consecuencia.
- *Una hipótesis sobre la distribución de la variable analizada.* El Comité [2001b: 34], en documentos anteriores a la publicación del Nuevo Acuerdo, proponía la distribución *Lognormal* para aproximar la severidad, mientras que para la frecuencia se decantaba por la de *Poisson*. No obstante, en última instancia, las distribuciones seleccionadas deben ser aquellas que mejor se ajusten al histórico de pérdidas observadas en una entidad, cuya naturaleza, obviamente, puede ser muy distinta a la de otras entidades.

En definitiva, podríamos interpretar el OpVaR como una cifra, expresada en unidades monetarias, que nos informa sobre la mínima pérdida potencial en la que podría incurrir una determinada línea de negocio, *i*, por tipología de riesgo operacional, *j*, dentro de un horizonte temporal de un año y con un nivel de confianza estadístico del 99,9%. Véase a este respecto la figura 2:

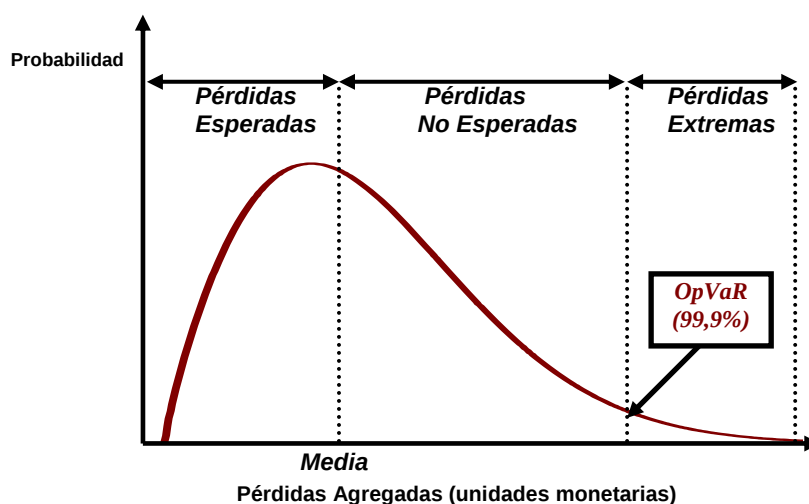


Figura 2: Ilustración del concepto OpVaR para un 99,9% de confianza estadística.

3.2. EL PROCESO METODOLÓGICO DEL LDA.

Como introducimos al comienzo de este apartado, las metodologías LDA se nutren de las bases de datos internas de pérdidas, completadas con datos externos y desglosadas en la matriz “líneas de negocio/tipo de riesgo”. Bajo el supuesto de que las severidades son independientes entre sí, y éstas, a su vez, independientes de la frecuencia, se procede al modelado por separado de ambas variables.

Ajuste de la Distribución de Frecuencia.

La variable aleatoria $N(i,j)$ simbolizará el número de eventos ocurridos en una línea i debidos a un tipo de riesgo j ; en un horizonte temporal (τ) de un año; con una función de masa $p_{i,j}$. Esta variable discreta representa la frecuencia de las pérdidas, cuya función de distribución, $P_{i,j}$, se expresa como:

$$P_{i,j}(n) = \sum_{k=0}^n p_{i,j}(k) \quad [2]$$

Según autores como Frachot *et al.* [2003], Mignola y Ugoccioni [2005] o Carrillo y Suárez [2006], la distribución de *Poisson* –utilizada con éxito en las técnicas actuariales de seguros– es una candidata con muchas ventajas a la hora de modelar la frecuencia. Dicha función se encuentra caracterizada por un único parámetro, *lambda* (λ), el cual representa, por término medio, el número de sucesos ocurridos en un año. Asimismo, conviene contemplar otras alternativas como la distribución *Binomial* o la *Binomial Negativa* (véase apéndice A).

Ajuste de la Distribución de Severidad.

Una vez definida la frecuencia, nominamos a la variable aleatoria que representa la cuantía de pérdida, en adelante, severidad, como $X(i, j)$, siendo, $F_{i,j}$, su función de probabilidad. De esta forma, habrá que determinar los parámetros de dicha distribución probabilística que mejor encajen con los datos observados. Para esta labor, como ya se indicó en líneas anteriores, el Comité [2001b: 34] propuso, en un principio, la distribución *Lognormal*; si bien, existe un conjunto de distribuciones paramétricas que pueden ser válidas para tal aproximación, véase al respecto apéndice B. Así pues, Fontnouvelle *et al.* [2004] incluyen la *Pareto*; Böcker y Klüppelberg [2005] proponen la *Weibull*; Carrillo y Suárez [2006] añaden a éstas la *Gamma* y coinciden con Mignola y Ugoccioni [2006] en contemplar, además de las señaladas, la función de distribución *Burr* como alternativa a la hora de modelar la severidad.

Elección de la Distribución.

Los valores específicos de los parámetros de cada distribución se estiman por Máxima Verosimilitud (*ML*, *Maximum Likelihood*), método propuesto por Fischer [1890-1962]. Una vez fijados los parámetros, deberemos evaluar qué distribución se ajusta mejor a los datos empíricos. Para lo cual, utilizamos distintos contrastes estadísticos con los cuales calibramos la Bondad de Ajuste (*GOF*, *Goodness-of-Fit*). Moscadelli [2004] plantea realizar dicho *test* en función del grado de *curtosis* de la distribución. De esta manera, propone comenzar por distribuciones de cola suave como la *Weibull*; en segundo lugar, testar aquellas distribuciones de cola media o moderada, entre otras la *Lognormal* o la *Gumbel*; y, por último, distribuciones, como la *Pareto*, caracterizada por presentar colas anchas (*fat tails*). Siguiendo a Chernobai *et al.* [2006], el contraste estadístico viene simbolizado por una hipótesis

nula, H_0 : la distribución observada de pérdidas operacionales, $F(x)$, se ajusta a la distribución teórica, $\hat{F}(x)$; y una hipótesis alternativa, H_A , que rechaza la primera:

$$H_0 : F_n(x) = \hat{F}(x) \quad H_A : F_n(x) \neq \hat{F}(x) \quad [3]$$

Para realizar este análisis inferencial, podemos apoyarnos en los siguientes *tests* estadísticos: *Kolmogorov–Smirnov (K-S)*, *Anderson–Darling (A-D)*, *Smirnov–Cramér–Von Mises* o *Kuiper*; analizados y detallados en Chernobai *et al.* [2005], D’Agostino y Stephens [1986] y Schwarz [1978]. A pesar de que la mayoría de funciones propuestas para modelar la severidad suelen ajustarse bien a los datos centrales (cuerpo de la distribución), éstas, sin embargo, tienden a subestimar la cola. Además, la asimetría de la distribución empírica hace que la estimación de los parámetros se encuentre fuertemente influenciada por el cómputo de observaciones situadas en la zona media y central de la distribución real, atenuando el grado informativo de aquellos datos situados en el extremo y, en consecuencia, dando lugar a una infraestimación de los percentiles. Llegados a este punto, hay que destacar que la principal dificultad en el modelado del riesgo operacional estriba en el comportamiento extremo de dichas colas de distribución. Carrillo [2006] asevera que, en un sentido amplio, más del 90% del capital se debe a un número muy reducido de sucesos; asimismo, el suceso de mayor cuantía de pérdida puede llegar a estar a más de 30 *desviaciones típicas* de la *media* de la distribución. Esta apreciación nos conduce a la aplicación de la Teoría de Valores Extremos (*EVT*, del inglés *Extreme Value Theory*) que analiza el comportamiento extremo de las variables aleatorias [véase Gumbel, 1935 y Embrechts *et al.*, 1997]. Dicha metodología, en relación al cómputo del CaR, concede un mayor peso a las colas de la distribución; así pues, a la hora de modelar los datos de pérdidas sólo se utilizarán aquéllos que superen un umbral de pérdida elevado –el Comité [2006a: 153] propone 10.000 euros–. Esta premisa concede un notable grado de sensibilidad del modelo a la elección del umbral y al número de observaciones de pérdidas extremas (véase la discusión a este respecto de Carrillo y Suárez, 2006). Asimismo, Mignola y Ugocioni [2005] y Chernobai *et al.* [2006] advierten de las posibles inconsistencias sobre las estimaciones de capital resultantes; estos autores hacen, especial hincapié, en el riesgo de sobrestimación del CaR, dado el percentil utilizado (99,9%). Por todo lo anterior, no es de extrañar que muchos autores sugieran la necesidad de recurrir a mixturas de distribuciones como, por ejemplo, la *Lognormal-Gamma* [Mignola y Ugocioni, 2006] o *Lognormal-Pareto* [Carrillo y Suárez, 2006] a la hora de modelar las pérdidas operacionales.

Discretización de la Severidad.

Como ya hemos apuntado, la severidad es una variable continua mientras que la frecuencia sólo toma valores discretos. Por consiguiente, si queremos obtener la Distribución de Pérdidas Agregadas a partir de sendas distribuciones, debemos proceder, previamente, a la discretización de la severidad. Para llevar a cabo dicha tarea podemos emplear distintas técnicas, las mas recurrentes son: el **método de**

concentración (method of rounding) y el **método de la igualdad de media (mean-preserving)**, ambos descritos y detallados por Klugman *et al.* [2004: Apéndice E].

Obtención de la Distribución de Pérdidas Agregadas.

Una vez caracterizadas las distribuciones de severidad y frecuencia, el último paso del proceso metodológico consiste en obtener la distribución de pérdidas agregada. De esta forma, la pérdida total ligada a una línea de negocio i y originada por un tipo de riesgo j , viene dada por:

$$L(i, j) = \sum_{n=0}^{N(i, j)} X_n(i, j) \quad [4]$$

Dicha cuantía es, por tanto, el cómputo de un número aleatorio de eventos de pérdidas con valores, también aleatorios, bajo el supuesto de que las severidades son independientes entre sí y, al mismo tiempo, independientes de la frecuencia [Frachot *et al.*, 2004: 2]. La función de distribución de la variable $L(i, j)$ – $G_{i,j}(x)$ – se obtiene mediante:

$$G_{i,j}(x) = \begin{cases} \sum_{n=1}^{\infty} p_{i,j}(n) F_{i,j}^{n*}(x) & x > 0 \\ p_{i,j}(0) & x = 0 \end{cases} \quad [5]$$

El asterisco denota la convolución² en la función F , donde F^{n*} es n -veces la convolución de F consigo misma, es decir:

$$\begin{aligned} F^{1*} &= F \\ F^{n*} &= F^{(n-1)*} * F \end{aligned} \quad [6]$$

Para la obtención de la función de pérdidas agregada $G(x)$ se proponen cuatro posibles técnicas:

- La Transformada Rápida de *Fourier* (*Fast Fourier Transforms, FFT*), [véase Klugman *et al* 2004 : cap. 6].
- El Algoritmo Recursivo de *Panjer* [1981].
- Enfoque de Simulación por Montecarlo, [véase Klugman *et al* 2004: cap. 17].
- La Aproximación de la Pérdida Simple (*the Single-loss Approximation*) [véase Böcker y Klüppelberg, 2005].

Una vez determinada la función de distribución agregada, para el cálculo del capital regulatorio vinculado a cada casilla, basta aplicar el concepto de Valor en Riesgo Operacional (OpVaR), es decir, calcular el percentil del 99,9% de dicha distribución. En sentido estricto, según advierte el Comité [2006a: 151], el capital económico (CaR) debería cubrir, a priori, sólo la pérdida no esperada (UL):

$$CaR = UL(i, j; \alpha) \quad [7]$$

² La convolución es un proceso matemático que transforma las distribuciones de frecuencia y severidad en una tercera distribución (LDA) mediante la superposición de ambas [véase Feller, 1971:143].

No obstante, si la entidad no demuestra, de forma oportuna, la cobertura de la pérdida esperada, en un sentido más amplio, el capital regulatorio debería contemplar ambas pérdidas para su cómputo; de ahí la identidad entre CaR y OpVaR.

$$\begin{aligned} CaR &\equiv OpVaR(i, j; \alpha) = G_{i,j}^{-1}(\alpha) \\ &= EL(i, j) + UL(i, j; \alpha) \end{aligned} \quad [8]$$

Matemáticamente, la pérdida esperada podemos definirla como:

$$EL(i, j) = E[L(i, j)] = \int_0^{\infty} x dG_{i,j}(x) = E[X(i, j)] \times E[N(i, j)] \quad [9]$$

Por consiguiente, la pérdida no esperada se expresaría de la siguiente forma:

$$UL(i, j; \alpha) = G_{i,j}^{-1}(\alpha) - E[L(i, j)] = \inf \{x | G_{i,j}(x) \geq \alpha\} - \int_0^{\infty} x dG_{i,j}(x) \quad [10]$$

A nivel de la entidad, el cómputo de los requerimientos de capital propio por riesgo operacional – asumiendo la existencia de dependencia perfecta entre los riesgos asociados a cada celda– no entraña dificultad alguna por cuanto se trata de una mera agregación del capital (CaR) correspondiente a las 56 casillas, esto es:

$$K_{LDA} = CaR(\alpha) = \sum_{i=1}^8 \sum_{j=1}^7 CaR_{ij}(\alpha) \quad [11]$$

Gráficamente, el proceso metodológico hasta aquí expuesto para la obtención del CaR se ilustra a través de la figura 3:

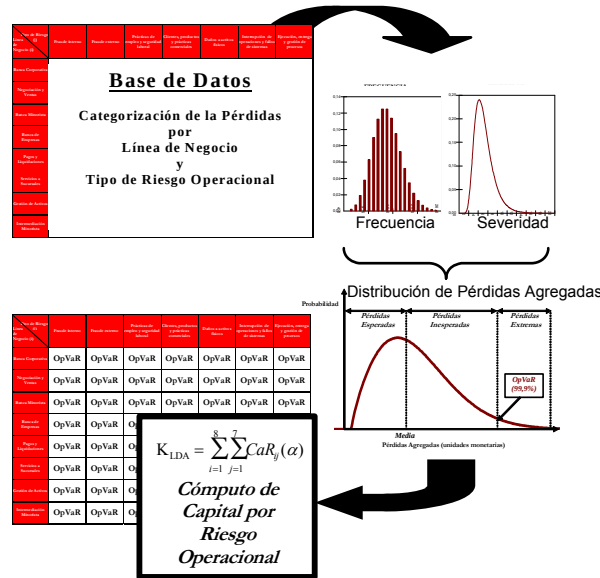


Figura 3: Proceso metodológico del enfoque LDA.

3.3. EL EFECTO DE LA DIVERSIFICACIÓN.

Hasta ahora, hemos operado bajo el principio de dependencia perfecta; en consecuencia, hemos aproximado el capital económico para el conjunto de la entidad como la simple suma del CaR de las diferentes celdas de la matriz. Esta presunción nos llevaría, al igual que en el enfoque Estándar [véase, Jiménez y Martín, 2005:60], a un modelo unifactorial caracterizado por una única fuente de riesgo, la variable aleatoria z . Así pues, la pérdida de cada una de las 56 casillas se cuantifica en función de su sensibilidad, β_{ij} , a dicha variable:

$$L_{ij} = \beta_{ij}(z) \quad [12]$$

Este esquema se aleja de la realidad, en un sentido estricto; ya que, si bien, es patente la existencia de riesgos con cierto grado de correlación –por ejemplo, el fraude interno y el externo– no es menos evidente que también subyacen riesgos cuyo coeficiente de correlación es claramente nulo o, cuando menos, discutible³ –por ejemplo, entre el fraude interno y los daños a activos físicos–. La hipótesis de dependencia perfecta acrecienta el grado de conservadurismo en el cálculo de capital, al no contemplar el efecto mitigador de la diversificación [véase Markowitz, 1952 y 1959]. Sin embargo, dicho efecto, en última instancia, dependerá del grado de *subaditividad* del OpVaR.

Según Artzner [1999] una medida coherente del riesgo debe cumplir una serie de propiedades, entre ellas la de subaditividad. En términos de OpVaR ello se traduce en:

$$OpVaR(L_1 + L_2) \leq OpVaR(L_1) + OpVaR(L_2) \quad [13]$$

No obstante, McNeil *et al.* [2005] y Chavez-Demoulin *et al.* [2005] advierten una serie de características en las funciones de distribución de pérdidas (L_k) –*asimetría extrema, colas pesadas y especial dependencia*– que podrían provocar la ruptura del *principio de subaditividad*, fenómeno éste conocido con el nombre de *superaditividad* (*superadditivity*). En este caso, sucede justamente lo contrario, es decir, *el todo es mayor que la suma de las partes*, esto es:

$$OpVaR(L_1 + L_2) \geq OpVaR(L_1) + OpVaR(L_2) \quad [14]$$

Llegados a este punto, debemos subrayar que bajo el supuesto de no *subaditividad* del OpVaR, las metodologías AMA podrían perder cierto atractivo, por cuanto, pudiera darse la circunstancia de que el CaR calculado con dicho enfoque fuese superior al determinado a través del Método Estándar o incluso del Básico. Consciente de ello, el Comité [2006a: 152] examina la posibilidad de incluir el efecto diversificación en el cálculo de los requerimientos de capital, aseverando textualmente que: “(...) el banco podrá estar autorizado a utilizar estimaciones internas sobre las correlaciones de pérdidas por riesgo operacional que existen entre las distintas estimaciones del riesgo operacional,

³ Frachot *et al.* (2004), fundados en el análisis estadístico de los datos de pérdidas operacionales del *Credit Lyonnais*, aproximan una horquilla de valores del coeficiente de correlación entre las diferentes categorías de riesgos, comprendidos entre 0,05 y 0,1.

siempre que pueda demostrar al supervisor nacional que sus sistemas para determinar las correlaciones resultan adecuados, se aplican en su totalidad y tienen en cuenta la incertidumbre que rodea a dichas estimaciones de correlación (especialmente en periodos de tensión). El banco deberá validar sus supuestos de correlación utilizando las técnicas cuantitativas y cualitativas más adecuadas". En esta línea, la correlación entre las pérdidas agregadas de dos tipos de riesgo viene determinada, a su vez, por la dependencia que pueda existir entre las frecuencias o entre las severidades de las mismas o entre ambas. De esta forma, siguiendo a Frachot *et al.* [2004] y la notación anteriormente empleada, vamos a analizar, en un sentido genérico, la correlación entre dos tipos de riesgos diferentes. Así, L_1 y L_2 , representarán la pérdida agregada de cada tipo de riesgo y L la pérdida agregada a nivel de la entidad, de esta forma:

$$L = L_1 + L_2 = \sum_{n=1}^{N_1} X_n + \sum_{m=1}^{N_2} Y_m \quad [15]$$

donde N_i simboliza la frecuencia anual de sucesos. Por lo que, estando N_1 y N_2 perfectamente correlacionadas y asumiendo que la frecuencia sigue una *Poisson* de parámetro, λ , entonces: $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda$. En la práctica, la correlación entre la frecuencia de dos tipos de riesgos vendrá condicionada por la sensibilidad de ambas a un determinado factor (por ejemplo, el volumen de negocio o el ciclo económico). Para cuantificar dicho grado de dependencia con solidez habrá que apoyarse en una base histórica de pérdidas amplia. En cuanto a la severidad, uno de los principios básicos del modelo LDA es asumir que las cuantías de las pérdidas registradas en una casilla de la matriz son independientes, entre sí. Por lo que, partiendo de esta premisa, es difícil concebir que si no hay correlación entre las severidades de las pérdidas dentro de un mismo tipo de riesgo, si la haya entre las severidades de dos categorías de riesgos distintos. Por tanto, la correlación de la pérdida agregada se debería computar, principalmente, en función del grado de dependencia de las frecuencias observadas:

$$cor(L_1, L_2) \neq 0 \begin{cases} cor(N_1, N_2) \neq 0 \\ cor(X, Y) = 0 \end{cases} \quad [16]$$

En consecuencia,

$$cor(L_1, L_2) \leq cor(N_1, N_2) \quad [17]$$

Dicho esto, el objetivo ahora será trasladar la correlación de la frecuencia a la pérdida agregada; Frachot *et al.* (2004) y Powojowski *et al.* (2002) coinciden al aproximar el cálculo del coeficiente de correlación, suponiendo que la frecuencia se ajusta a una *Poisson*. Tras determinar la correlación entre los dos tipos de riesgos, ρ_{12} , incorporamos el efecto de la diversificación al cómputo de capital mediante la siguiente expresión:

$$CaR^D = OpVaR^D = \sqrt{OpVaR_1^2 + OpVaR_2^2 + 2\rho_{12} \cdot OpVaR_1 \cdot OpVaR_2} \quad [18]$$

Asimismo, obsérvese que, bajo la asunción de dependencia perfecta, esto es, $\rho_{12} = +1$, el CaR global para ambas celdas se calcula por agregación de los CaR individuales, es decir:

$$\begin{aligned} \text{CaR}^D = \text{OpVaR}^D &= \sqrt{\text{OpVaR}_1^2 + \text{OpVaR}_2^2 + 2 \cdot \text{OpVaR}_1 \cdot \text{OpVaR}_2} = \\ &= \text{CaR}_1 + \text{CaR}_2 \end{aligned} \quad [19]$$

Las ventajas inherentes a la diversificación se dejan sentir sobremanera, con el correspondiente ahorro en el consumo de capital. Dicho efecto se puede cuantificar por el siguiente ratio:

$$\text{Ratio de Diversificación} = \frac{\text{CaR}^B - \text{CaR}^D}{\text{CaR}^B} \quad [20]$$

4. UNA APROXIMACIÓN AL CAR POR SIMULACIÓN DE MONTECARLO.

4.1. METODOLOGÍA Y VARIABLES.

Para ilustrar y contrastar el proceso metodológico expuesto para el cálculo del capital económico mediante el enfoque LDA, hemos desarrollado, por Simulación de Montecarlo, un análisis del CaR para distintos parámetros de dos de las distribuciones de frecuencia y severidad propuestas. A modo de ejemplo, han sido seleccionadas dos filas de la matriz “línea de negocio/tipo de riesgo”, concretamente las correspondientes a la Banca Minorista (BM) y a la Banca Comercial (BC). En un primer estadio, y con objeto de modelar la frecuencia, hemos elegido la distribución de *Poisson*, cuyo parámetro (λ) simboliza el número de sucesos medio al año. Autores como Dutta y Perry [2006] y Fontnouvelle *et al.* [2003] utilizan con éxito la *Poisson* para modelar la frecuencia de las pérdidas obteniendo resultados robustos. En esta línea, nos hemos basado en el análisis de datos del *Operational Risk Loss Data Collection Exercise (LDCE)* [Basel, 2002], recogido en el apéndice C; del cual se desprende que la Banca Minorista, debido a su mayor volumen de negocio y transacciones, presenta una mayor frecuencia de eventos de pérdidas que la Banca Comercial. Conscientes de ello, hemos intentado reflejar dicho efecto discriminando entre una *lambda* igual a 100, para la primera, e igual a 10, para la segunda.

Por otra parte, como se desprenden de los estudios estadísticos sobre pérdidas operacionales realizados por Moscadelli [2004] y Giacometti *et al.* [2007] ambas unidades de negocio presentan, empíricamente, distribuciones de severidad con una clara asimetría positiva y un alto grado de *leptocurtosis*, lo cual se traduce en la existencia de una elevada concentración de pérdidas de bajo impacto económico –pensemos en las típicas diferencias de caja de las sucursales bancarias–, y una cola relativamente gruesa (*fat tail*) –por ejemplo, aquellos casos aislados de *banca paralela* o *lavado de capitales*–. A tenor de estos supuestos, hemos simulado una hipotética distribución para la

severidad siguiendo un modelo *Weibull*, eligiendo, para tales unidades, un parámetro de forma (α) inferior a la unidad. No obstante, y habida cuenta de la mayor *curtosis* que presenta la distribución de pérdidas del negocio Minorista en la realidad [véase Moscadelli, 2004], hemos asignado un valor de *alfa* menor a este segmento respecto al de la Banca Comercial, precisamente para capturar este hecho. Asimismo, considerando que los importes negociados en las operaciones de Banca Comercial suelen ser superiores a los negociados en el nicho de mercado Minorista, hemos determinado un parámetro de escala (β) notablemente superior en la primera, confiriendo a ésta una mayor desviación típica. La modelación simulada queda ilustrada gráficamente en las figuras 4 y 5, respectivamente.

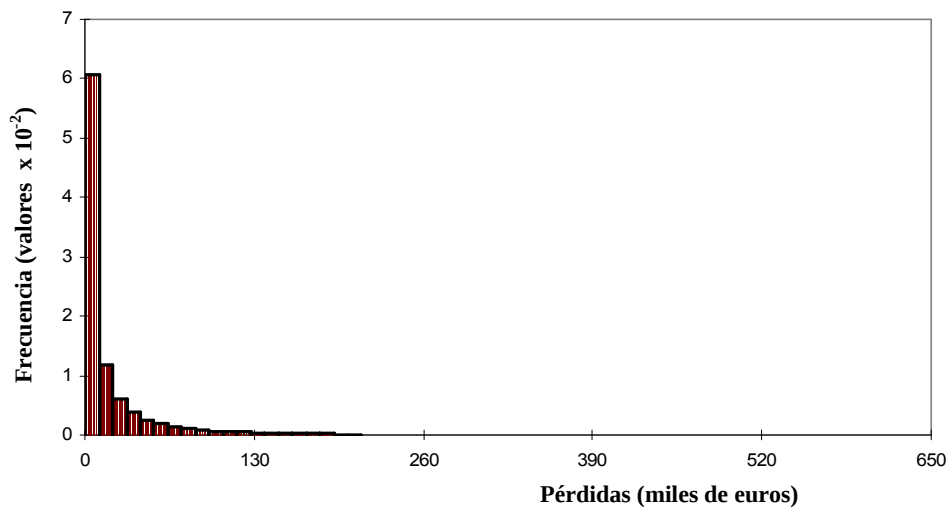


Figura 4: Histograma para la distribución de severidad simulada en la Banca Minorista.

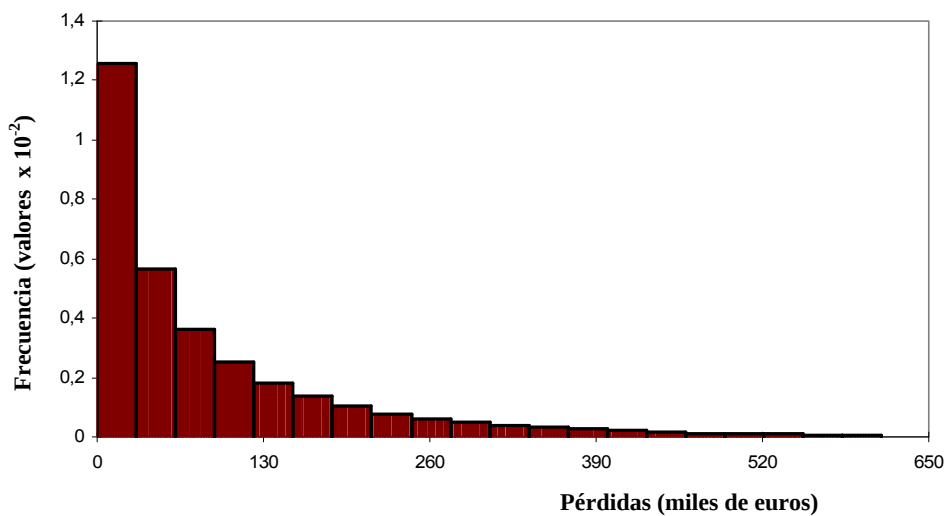


Figura 5: Histograma para la distribución de severidad simulada en la Banca Comercial.

El análisis descriptivo realizado para las distribuciones de severidad simuladas se recoge en la tabla 2:

Tabla 2: Análisis descriptivo para las distribuciones de severidad simuladas.

	BANCA MINORISTA	BANCA COMERCIAL
<i>Media</i>	20.200 euros	95.451 euros
<i>Desviación Típica</i>	44.721 euros	128.862 euros
<i>Asimetría</i>	4,03	2,52
<i>Curtosis</i>	22,92	10,90

Por último, para testar el efecto diversificación en la cuantificación del CaR agregado, hemos realizado un análisis de sensibilidad para distintos valores del coeficiente de correlación ($\rho_{BM,BC}$) entre las líneas de negocio objeto de estudio.

4.2. RESULTADOS OBTENIDOS.

Una vez descritas las distribuciones de frecuencia y severidad, hemos procedido a la convolución de ambas usando el método de Simulación de Montecarlo mediante la generación de un total de 5.000 escenarios. Las distribuciones de pérdidas agregadas resultantes y los CaR asociados a éstas se detallan en la tabla 3.

Tabla 3: Resumen de datos de la LDA simulada.

		Banca Minorista		Banca Comercial	
Frecuencia	<i>Distribución</i>	<i>Poisson</i>		<i>Poisson</i>	
	<i>Parámetros</i>	$\lambda=100$		$\lambda=10$	
Severidad	<i>Distribución</i>	<i>Weibull</i>		<i>Weibull</i>	
	<i>Parámetros</i>	$\alpha=0,5$	$\beta=10$	$\alpha=0,75$	$\beta=80$
LDA	<i>Pérdida Esperada (EL)</i>	1.967.900 euros		856.830 euros	
	<i>Pérdida No Esperada (UL)</i>	1.885.370 euros		2.054.720 euros	
	<i>CaR_{95%}</i>	2.846.200 euros		1.776.940 euros	
	<i>CaR_{99%}</i>	3.316.100 euros		2.196.430 euros	
	<i>CaR_{99,9%}</i>	3.853.270 euros		2.911.550 euros	
	<i>Ratio EL/CaR_{99,9%}</i>	51,07%		29,43%	
	<i>Ratio UL/CaR_{99,9%}</i>	48,93%		70,57%	

A la luz de los datos anteriores, el análisis de sensibilidad desarrollado sobre el CaR para distintos niveles de confianza (95%, 99% y 99,9%), pone de manifiesto el fuerte impacto que, sobre el consumo de capital, produce dicho parámetro. En este sentido, si bien el Acuerdo de Basilea pretende, con ello, cubrir posibles eventos extremos situados en la cola de la distribución, al mismo tiempo, este elevado grado de conservadurismo puede convertirse en un elemento casi confiscatorio en la estructura de capital de la entidad.

Por otra parte, al confrontar los resultados obtenidos entre ambas unidades de negocio, advertimos un mayor CaR en el segmento de Banca Minorista que en el Comercial, con independencia del nivel de confianza establecido.

En sentido estricto, el consumo de capital debe contemplar tanto la pérdida esperada (EL) como la no esperada (UL). Sin embargo, como ya apuntamos en líneas precedentes, el Comité [2006a: 151], en aquellos supuestos donde la entidad pueda demostrar la adecuada provisión de su pérdida esperada, admite un cómputo de capital basado exclusivamente en la no esperada –véase la fórmula [7]–. Esta otra acepción del CaR, nos conduce a reinterpretar de nuevo los datos. Al ser la pérdida no esperada superior en la Banca Comercial, se observa una jerarquía distinta, en términos de cargo de capital, entre ambas unidades. La explicación habría que buscarla en la propia naturaleza del negocio pues, si bien es cierto que, en media, se realizan un menor número de transacciones, los importes que se pueden llegar a negociar son muy superiores a los de la Banca Minorista, a la par que subyace una mayor desviación de dichos valores respecto a su media.

De otro lado, los ratios calculados –“ $EL/OpVaR$ ” y “ $UL/OpVaR$ ”– proporcionan medidas relativas muy interesantes a la hora de reportar información financiera sobre riesgo operacional. Se trata de magnitudes porcentuales que indican la importancia relativa de la pérdida esperada o no esperada sobre el capital regulatorio. Bajo las directrices del último supuesto, en nuestro ejemplo, y para el caso de la Banca Minorista, el 51,07% del OpVaR correspondería a pérdidas esperadas (EL) que deberían ser cubiertas; mientras el 48,93% restante, la pérdida no esperada (UL) representaría el porcentaje asociado al capital regulatorio; de ahí que, con buen criterio, podamos bautizar a esta última cifra como la tasa de cobertura de riesgo operacional.

Los resultados hasta aquí descritos descansan en el supuesto de dependencia perfecta entre los riesgos inherentes a las distintas unidades de negocio. Ahora bien, si reconocemos la existencia de correlaciones imperfectas en la práctica, el efecto diversificación se materializa en un notable ahorro de capital; basta observar la tabla 4.

Tabla 4: Análisis del efecto diversificación en el CaR.

Coeficiente de correlación	CaR Diversificado		Ratio de Diversificación	
	$CaR_{(EL+UL)}^D$ (euros)	$CaR_{(UL)}^D$ (euros)	$RD_{(EL+UL)}$	$RD_{(UL)}$
0	4.829.591	2.788.651	28,61%	29,22%
0,1	5.056.556	2.924.271	25,25%	25,78%
0,2	5.273.762	3.053.875	22,04%	22,49%
0,3	5.482.370	3.178.198	18,96%	19,34%
0,4	5.683.326	3.297.837	15,99%	16,30%
0,5	5.877.415	3.413.286	13,12%	13,37%
0,6	6.065.296	3.524.955	10,34%	10,54%
0,7	6.247.530	3.633.194	7,65%	7,79%
0,8	6.424.596	3.738.300	5,03%	5,12%
0,9	6.596.912	3.840.531	2,48%	2,53%
1	6.764.840	3.940.110	0,00%	0,00%

Para abundar aún más si cabe en el efecto mitigador de la diversificación, la figura 6 ilustra gráficamente cómo para valores bajos del coeficiente de correlación, el CaR diversificado se reduce notablemente mientras el ratio de diversificación aumenta en consecuencia.

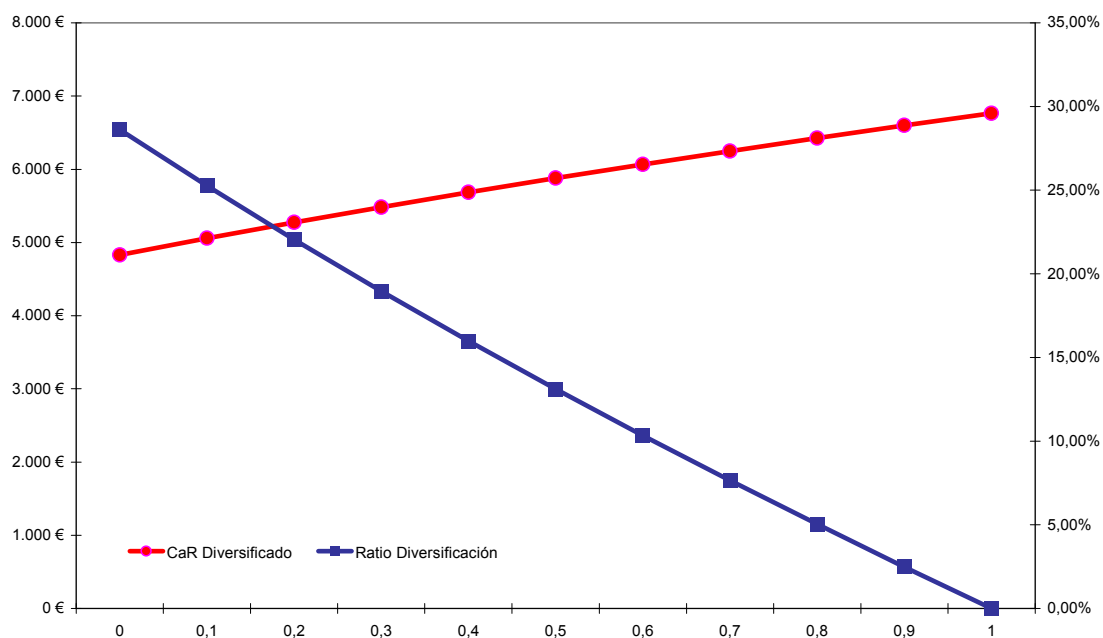


Figura 6: Efecto diversificación en el $CaR_{(EL+UL)}$.

5. CONSIDERACIONES FINALES.

El Método Básico y el Estándar, propuestos por el Comité para el cálculo del capital regulatorio por riesgo operacional, presentan ciertas deficiencias conceptuales, sobre todo en lo que se refiere a su indicador de exposición, esto es, los ingresos brutos. Y es que su cuantificación depende, en última instancia, del marco contable de cada país posibilitando, con ello, el arbitraje regulatorio. De la misma manera, nos hace plantearnos la cuestión de si una entidad con unos elevados ingresos brutos pero con mejores prácticas de gestión, no podría tener menores riesgos operacionales. Además, el enfoque básico, ofrece un escaso incentivo en cuanto al desarrollo de los sistemas de control de riesgos en la entidad, pues no contempla, por parte del regulador, el cumplimiento de ningún requisito cualitativo para su implementación. Debido a lo anterior, ambos métodos son concebidos, a priori, como modelos de transición hacia estadios superiores, materializados en las metodologías avanzadas, siendo utilizados en la actualidad como “vías de escape” ante la inminente entrada en vigor del Nuevo Acuerdo.

Por tanto, las entidades financieras que pretendan administrar eficazmente su riesgo operacional deben aunar esfuerzos en el desarrollo y aplicación de técnicas avanzadas de medición (AMA). A este respecto, según las últimas directrices del Comité, el enfoque AMA que parece mejor posicionado es el Modelo de Distribución de Pérdidas (LDA), reforzado con el concepto de Valor en Riesgo Operacional u OpVaR. En esta línea, para asegurar la correcta implantación del enfoque LDA se antoja necesario disponer de información histórica de pérdidas operacionales, desglosadas por tipo de riesgo y línea de negocio, sobre las cuales modelar su frecuencia y severidad. No obstante, es justamente aquí donde la banca encuentra el principal obstáculo a la hora de aplicar los métodos avanzados, pues la ausencia de una base de datos interna de pérdidas operacionales suficientemente amplia y representativa resta robustez a dicho enfoque. En este sentido, aunque el Comité prevé la utilización de bases de datos externas –bajo determinadas circunstancias– éstas no parecen solventar el problema. Por tanto, el análisis de escenarios y la simulación de pérdidas se convierten en un recurso eficaz ante la escasez de información, al menos de momento. De otra parte, a efectos de cómputo del capital regulatorio, se establece un percentil excesivamente alto, esto es, un 99,9%. Así, el intervalo de confianza propuesto por el Comité de Basilea convierte el cálculo de capital por riesgo operacional en una medida harto conservadora. En particular, para aquéllas distribuciones de pérdidas con colas anchas (*fat tails*), ello puede conducir a cifras de OpVaR muy altas y, por consiguiente, a mayores consumos de capital. En cuanto al modelado de las variables se refiere, la distribución de *Poisson* es la más recurrente para ajustar la frecuencia, si bien, es preciso contemplar otras alternativas como la distribución *Binomial* o la *Binomial Negativa*. En relación a la severidad, nos encontramos con una serie de distribuciones paramétricas (*Lognormal*, *Weibull*, *Pareto*, etc.) que podrían ser, a priori, buenas candidatas para tal aproximación. No obstante, la evidencia empírica demuestra que, en la

práctica, ninguna distribución *simple* se ajusta de manera exacta; de ahí la necesidad de recurrir a la denominada mixtura de distribuciones.

Por otra parte, el Comité contempla la posibilidad de incorporar el efecto diversificación en la medición del riesgo operacional. Bajo el principio de *subaditividad* del OpVaR, el capital económico resultante, también llamado CaR diversificado, es notablemente sensible al coeficiente de correlación. Si bien, para poder beneficiarse de la reducción de capital que ello supone, las entidades de crédito deberán articular los métodos de estimación oportunos para aproximar de manera conveniente los coeficientes de correlación. Paradójicamente, los estudios empíricos al respecto sitúan los valores de dicho coeficiente muy cercanos a cero, lejos del espíritu conservador que inspira el Nuevo Acuerdo de Capital en materia de riesgo operacional.

Para finalizar, habría que subrayar que si bien el enfoque LDA goza de una clara aceptación en la industria bancaria –especialmente en las entidades que ya venían utilizando enfoques avanzados–, aún adolece de robustez para una implementación práctica consecuente.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Álvarez, P. [2001]: “El Coeficiente de Solvencia de las Entidades de Crédito Españolas”. Estabilidad Financiera N°1, pp. 171-191, Banco de España, Septiembre.

Artzner, P. et al. [1999]: “Coherent Measures of Risk”, Mathematical Finance, pp. 203-28.

Aue, F. y Kalkbrener, M. [2007]: “LDA at Work: Deutsche Bank’s Approach to Quantifying Operational Risk”. Journal of Operational Risk, 1 (Winter), 49-93.

Basel Committee on Banking Supervision [2001a]: “Basel II: The New Basel Capital Accord – CP2 Paper”. Enero.

-[2001b]: “Working Paper on the Regulatory Treatment of Operational Risk”. N°8, Basilea, Septiembre.

-[2002]: “Operational Risk Data Collection Exercise 2002”. Basilea, Junio.

-[2003]: “Sound Practices for the Management and Supervision of Operational Risk”. N°96, Basilea, Febrero.

-[2003b]: “The New Basel Capital Accord. (The third consultive paper, CP3)”. Basilea, abril.

-[2004]: “International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework”. N°107, Basilea, Junio.

-[2005]: “The Treatment of Expected Losses by Banks Using the AMA under the Basel II Framework”, N°7, Basilea, Noviembre.

-[2006a]: “Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: A Revised Framework - Comprehensive Version”, Basilea, junio.

-[2006b]: “Observed Range of Practice in Key Elements of Advanced Measurement Approaches (AMA)”, Basilea, Octubre.

Banco de España [2006a]: “Implantación y Validación de Enfoques Avanzados de Basilea II en España”.

-[2006b]: “El Riesgo Operacional. Documento de consulta preliminar sobre la futura circular de solvencia que reemplazará a la CBE 5/1993”.

Baud, N., Frachot, A. y Roncalli, T. [2002]: “Internal Data, External Data and Consortium Data for Operational Risk Measurement: How to pool data properly?”. Documento de trabajo, Credit Lyonnais.

Böcker, K. y Klüppelberg, C. [2005]: “Operational VaR: a Closed-Form Approximation”. Risk, Diciembre.

Bühlmann, H. [1970]: “Mathematical Methods in Risk Theory”. Grundlehren Der Mathematischen Wissenschaften, Band 172, Springer-Verlag, Heidelberg.

Carrillo, S. [2006]: “Riesgo Operacional: Medición y Control”. Jornadas Técnicas de Basilea II, UNIA, Sevilla, Septiembre.

Carrillo, S. y Suárez, A. [2006]: “Medición Efectiva del Riesgo Operacional”. Estabilidad Financiera, N°11, pp. 61-89, Noviembre.

Chavez-Demuolin, V. and Davison, A. [2005]: “Generalized Additive Models for Sample Extremes”, Journal of the Royal Statistical Society, Serie C, 54 (1): pp. 207-222.

Chernobai, A., Rachev, S. T. y Fabozzi, F. J. [2005]: “Composite Goodness-of-Fit Tests for Left-Truncated Loss Samples”. Technical Report, University of California, Santa Barbara.

Chernobai, A., Menn, C., Rachev, S. T. y Trück, S. [2006]: “Estimation of Operational Value-at-Risk in the Presence of Minimum Collection Thresholds”. Documento de Trabajo. Septiembre.

D’Agostino, R. B., y Stephens, M. A. [1986]: “Goodness-of-Fit Techniques”. Dekker, New York.

DIRECTIVA 2006/48/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de Junio de 2006 relativa al acceso a la actividad de las entidades de crédito y su ejercicio (refundición).

DIRECTIVA 2006/49/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 14 de Junio de 2006 sobre la adecuación del capital de las empresas de inversión y las entidades de crédito (refundición).

Dutta, K. y Perry, J. [2006]: “A tale of tails: an empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital”. Federal Reserve Bank of Boston, Working Paper No 06-13.

- Embrechts, P., Klüppelberg, C. y Mikosch, T. [1997]: “Modelling Extremal Events for Insurance and Finance”. (Springer-Verlag, New York).
- Embrechts, P., Furrer, H., Kaufmann, R. [2003]: “Quantifying Regulatory Capital for Operational Risk”. *Derivatives Use, Trading & Regulation*, 9(3), pp. 217-233.
- Feller, W. [1971]: “An Introduction to Probability Theory and Its Applications”. Volume II, second edition, Wiley Series in Probability and Mathematical Statistics, John Wiley & Sons, New York.
- Feria, J.M. [2005]: “El Riesgo de Mercado su Medición y Control”. Delta Publicaciones, Madrid.
- Fontnouvelle, P., DeJesus-Rueff, V., Rosengren, E. y Jordan, J. [2003]: “Using Loss Data to Quantify Operational Risk”. Working Paper. Federal Reserve Bank of Boston.
- Fontnouvelle, P., Rosengren, E. y Jordan, J. [2004]: “Implications of Alternative Operational Risk Modeling Techniques”. Working Paper. Federal Reserve Bank of Boston.
- Frachot, A., Georges, P. y Roncalli, T. [2001]: “Loss Distribution Approach for Operational Risk”. Documento de trabajo, Credit Lyonnais.
- Frachot, A., Moudoulaud, O. y Roncalli, T. [2003]: “Loss Distribution Approach in Practice”. Documento de trabajo, Credit Lyonnais.
- Frachot, A., Roncalli, T. y Salomon, E. [2004]: “The Correlation Problem in Operational Risk”. Documento de trabajo, Credit Lyonnais.
- Giacometti, R., Rachev, S., Chernobai, A., Bertocchi, M., Consigli, G. [2007]: “Practical Operational Risk”. VIII Workshop on Quantitative Finance.
- Guillén, M., Gustafsson, J., Nielsen, J.P. and Pritchard, P. [2007]: “Using External Data in Operational Risk”. *Geneva Papers of Risk and Insurance- Issues and Practice*, 32, 2, 178-189.
- Gumbel, E. J. [1935]: “Les Valeurs Extrêmes des Distributions Statistiques”, *Ann. L’Inst. Henri Poincaré* 4, pp.115-158.
- Hoffman, D.G. [1998]: “New Trends in Operational Risk Measurement and Management”. *Operational Risk and Financial Institutions*, pp. 29-42, Arthur Andersen, Risk Books, London.
- Jiménez, E.J. y Martín, J.L. [2005]: “El Riesgo Operacional en el Nuevo Acuerdo de Capital de Basilea”. *Análisis Financiero*, nº 97, pp. 54-63.
- Klugman, S., Panjer, H. y Willmot, G. [2004]: “Loss Models: from Data to Decisions”. 2ª ed. John Wiley & Sons.
- Markowitz, H. [1952]: *Portfolio Selection*, vol. 7.
- Markowitz, H. [1959]: *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. John Wiley, New York.
- McNeil, A., Frey, R. and Embrechts, P. [2005]: “Quantitative Risk Management: Concepts, Techniques and Tools”. Princeton University Press, Princeton.
- Mignola, G. y Ugocioni, R. [2005]: “Tests of Extreme-Value Theory Applied to Operational Risk Data”. E. Davis (ed.), *Operational Risk*, Risk Books.
- [2006]: “Sources of Uncertainty in Modelling Operational Risk Losses”. *Journal of Operational Risk*, Volumen 1, Número 2, pág. 33–50.
- Moscadelli, M. [2004]: “The Modelling of Operational Risk: Experience with the Analysis of the Data Collected by the Basel Committee”. Documento de Trabajo del Banco de Italia.
- Nieto, M.A. [2005]: “El Tratamiento del Riesgo Operacional en Basilea II”. *Estabilidad Financiera*, Nº8, pp. 164-185, Mayo.
- Panjer, H. [1981]: “Recursive Evaluation of a Family of Compound Distributions”. *Astin Bulletin* 12.
- Powojowski, M., Reynolds, D. y Tuentner, H. [2002]: “Dependent Events and Operational Risk”. *Algo research quarterly*, 5, 68-73.
- Schwarz, G. [1978]: “Estimating the Dimension of a Model”. *Annals of Statistics* nº 6, 461–464.
- Vargas, F. [2001]: “Introducción al Pilar 1 de Basilea II”. *Estabilidad Financiera*, Nº1, p. 59-92, Septiembre.

APÉNDICE.

A. Funciones de distribución propuestas para modelar la frecuencia.

Distribución	Función de Masa	Parámetros
<i>Poisson</i>	$f(x) = \frac{\lambda^x e^{-\lambda}}{x!}$	$\lambda > 0$
<i>Binomial</i>	$f(x) = \binom{n}{x} p^x (1-p)^{n-x}$	$n > 0$ $0 < p < 1$
<i>Binomial Negativa</i>	$f(x) = \binom{s+i-1}{x} p^s (1-p)^i$	$s > 0$ $0 < p < 1$

B. Funciones de distribución propuestas para modelar la severidad.

Distribución	Función de Densidad	Parámetros
<i>Lognormal</i>	$f(x) = \frac{1}{x\sqrt{2\pi\sigma}} e^{-\frac{(\ln x - \mu)^2}{2\sigma^2}}$	$\mu, \sigma > 0$
<i>Weibull</i>	$f(x) = \frac{\alpha x^{\alpha-1}}{\beta^\alpha} e^{-(x/\beta)^\alpha}$	$\alpha, \beta > 0$
<i>Gamma</i>	$f(x) = \frac{1}{\beta \Gamma(\alpha)} \left(\frac{x}{\beta}\right)^{\alpha-1} e^{-x/\beta}$	$\alpha, \beta > 0$
<i>Pareto</i>	$f(x) = \frac{x^\alpha \alpha}{(\lambda + x)^{\alpha+1}}$	$\alpha, \lambda > 0$
<i>Gumbel</i>	$f(x) = \frac{1}{\beta} e^{\frac{x-\mu}{\beta}} e^{-e^{\frac{x-\mu}{\beta}}}$	$\mu, \beta > 0$
<i>Burr</i>	$f(x) = \tau \alpha \beta^\alpha x^{\tau-1} (\beta + x^\tau)^{-(\alpha+1)}$	$\alpha, \beta, \tau > 0$

C. Ejercicio de recopilación de pérdidas operacionales.

En junio de 2002, el Risk Management Group (RMG) del Comité realizó una recopilación de datos –a nivel mundial– sobre las pérdidas operacionales acaecidas durante el año 2001 en el sector bancario. A este proceso de recopilación de pérdidas operacionales, incluido en el *Quantitative Impact Study* (QIS), se le conoce como *Operational Risk Loss Data Collection Exercise* (LDCE). El estudio se realizó sobre una muestra de 89 bancos con actividad internacional. La matriz adyacente ilustra, en términos porcentuales, las pérdidas clasificadas por tipo de riesgo operacional y línea de negocio. En valores absolutos, se registraron alrededor de 47.000 eventos de fallos operacionales cuyo montante, en pérdidas, ascendió a 7.800 millones de euros.

Matriz de distribución de las pérdidas por línea de negocio y tipo de riesgo operacional.

Tipo de Riesgo Línea de Negocio (i)	Fraude interno	Fraude externo	Prácticas de empleo y seguridad laboral	Clientes, productos y prácticas comerciales	Daños a activos físicos	Interrupción de operaciones y fallos de sistemas	Ejecución, entrega y gestión de procesos
Banca Corporativa	0.04 0.85	0.04 0.01	0.19 0.03	0.19 0.74	0.04 0.14	0.02 0.01	0.47 0.57
Negociación y Ventas	0.10 0.87	0.25 0.58	0.22 0.32	0.23 1.21	0.07 0.48	0.25 0.19	10.27 8.10
Banca Minorista	2.87 4.03	38.86 10.82	5.01 3.61	4.47 3.16	0.56 1.14	0.35 0.19	11.55 5.61
Banca Comercial	0.19 0.34	3.68 4.20	0.17 0.33	0.60 2.09	0.11 18.19	0.09 0.20	1.96 9.23
Pagos y Liquidaciones	0.05 0.31	0.81 0.29	0.13 0.18	0.03 0.01	0.01 0.16	0.14 0.05	2.91 1.39
Servicios a Sucursales	0.01 0.01	0.03 0.06	0.01 0.01	0.02 0.01	0.00 0.00	0.03 0.01	2.43 1.98
Gestión de Activos	0.07 0.07	0.09 0.07	0.10 0.17	0.20 1.09	0.01 0.03	0.01 0.02	1.65 1.19
Intermediación Minorista	0.15 0.98	0.04 0.02	2.14 0.86	1.35 2.56	0.02 8.79	0.11 0.02	4.06 1.45

*La cifra superior de cada casilla representa la frecuencia y la cifra inferior la severidad, ambas unidades en términos porcentuales.

** En la tabla no aparecen recogidos el porcentaje de eventos que, debido a la falta de información, no pudieron ser catalogados por línea de negocio o tipo de riesgo.

Fuente: Comité de Supervisión Bancaria de Basilea [2002].

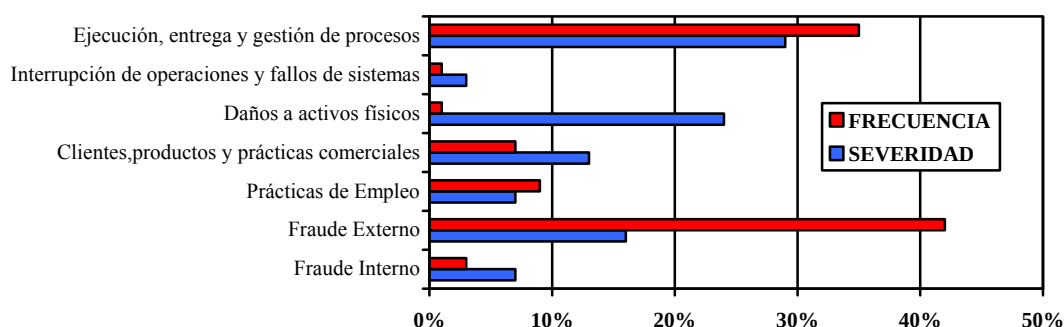


Figura 7: Distribución de pérdidas por tipos de eventos.

Fuente: Comité de Supervisión Bancaria de Basilea [2002].

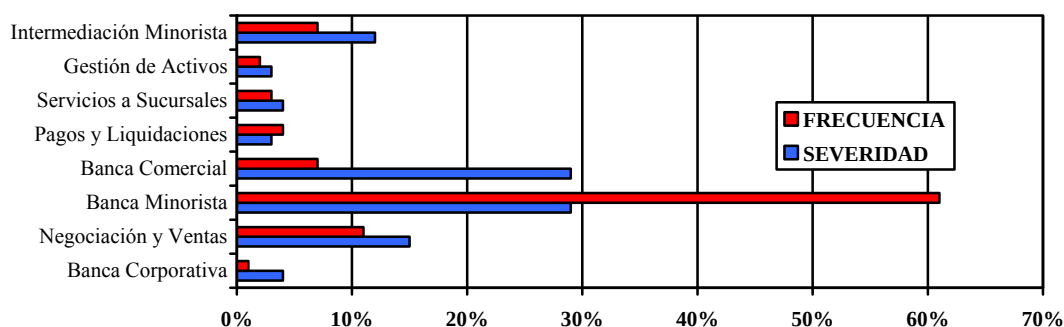


Figura 8: Distribución de pérdidas por línea de negocio.

Fuente: Comité de Supervisión Bancaria de Basilea [2002].

FUNDACIÓN DE LAS CAJAS DE AHORROS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

Últimos números publicados

- | | |
|----------|--|
| 159/2000 | Participación privada en la construcción y explotación de carreteras de peaje
Ginés de Rus, Manuel Romero y Lourdes Trujillo |
| 160/2000 | Errores y posibles soluciones en la aplicación del <i>Value at Risk</i>
Mariano González Sánchez |
| 161/2000 | Tax neutrality on saving assets. The spanish case before and after the tax reform
Cristina Ruza y de Paz-Curbera |
| 162/2000 | Private rates of return to human capital in Spain: new evidence
F. Barceinas, J. Oliver-Alonso, J.L. Raymond y J.L. Roig-Sabaté |
| 163/2000 | El control interno del riesgo. Una propuesta de sistema de límites
riesgo neutral
Mariano González Sánchez |
| 164/2001 | La evolución de las políticas de gasto de las Administraciones Públicas en los años 90
Alfonso Utrilla de la Hoz y Carmen Pérez Esparrells |
| 165/2001 | Bank cost efficiency and output specification
Emili Tortosa-Ausina |
| 166/2001 | Recent trends in Spanish income distribution: A robust picture of falling income inequality
Josep Oliver-Alonso, Xavier Ramos y José Luis Raymond-Bara |
| 167/2001 | Efectos redistributivos y sobre el bienestar social del tratamiento de las cargas familiares en
el nuevo IRPF
Nuria Badenes Plá, Julio López Laborda, Jorge Onrubia Fernández |
| 168/2001 | The Effects of Bank Debt on Financial Structure of Small and Medium Firms in some Euro-
pean Countries
Mónica Melle-Hernández |
| 169/2001 | La política de cohesión de la UE ampliada: la perspectiva de España
Ismael Sanz Labrador |
| 170/2002 | Riesgo de liquidez de Mercado
Mariano González Sánchez |
| 171/2002 | Los costes de administración para el afiliado en los sistemas de pensiones basados en cuentas
de capitalización individual: medida y comparación internacional.
José Enrique Devesa Carpio, Rosa Rodríguez Barrera, Carlos Vidal Meliá |
| 172/2002 | La encuesta continua de presupuestos familiares (1985-1996): descripción, representatividad
y propuestas de metodología para la explotación de la información de los ingresos y el gasto.
Llorenç Pou, Joaquín Alegre |
| 173/2002 | Modelos paramétricos y no paramétricos en problemas de concesión de tarjetas de credito.
Rosa Puertas, María Bonilla, Ignacio Olmeda |

- 174/2002 Mercado único, comercio intra-industrial y costes de ajuste en las manufacturas españolas.
José Vicente Blanes Cristóbal
- 175/2003 La Administración tributaria en España. Un análisis de la gestión a través de los ingresos y de los gastos.
Juan de Dios Jiménez Aguilera, Pedro Enrique Barrilao González
- 176/2003 The Falling Share of Cash Payments in Spain.
Santiago Carbó Valverde, Rafael López del Paso, David B. Humphrey
Publicado en "Moneda y Crédito" nº 217, pags. 167-189.
- 177/2003 Effects of ATMs and Electronic Payments on Banking Costs: The Spanish Case.
Santiago Carbó Valverde, Rafael López del Paso, David B. Humphrey
- 178/2003 Factors explaining the interest margin in the banking sectors of the European Union.
Joaquín Maudos y Juan Fernández Guevara
- 179/2003 Los planes de stock options para directivos y consejeros y su valoración por el mercado de valores en España.
Mónica Melle Hernández
- 180/2003 Ownership and Performance in Europe and US Banking – A comparison of Commercial, Co-operative & Savings Banks.
Yener Altunbas, Santiago Carbó y Phil Molyneux
- 181/2003 The Euro effect on the integration of the European stock markets.
Mónica Melle Hernández
- 182/2004 In search of complementarity in the innovation strategy: international R&D and external knowledge acquisition.
Bruno Cassiman, Reinhilde Veugelers
- 183/2004 Fijación de precios en el sector público: una aplicación para el servicio municipal de suministro de agua.
M^a Ángeles García Valiñas
- 184/2004 Estimación de la economía sumergida en España: un modelo estructural de variables latentes.
Ángel Alañón Pardo, Miguel Gómez de Antonio
- 185/2004 Causas políticas y consecuencias sociales de la corrupción.
Joan Oriol Prats Cabrera
- 186/2004 Loan bankers' decisions and sensitivity to the audit report using the belief revision model.
Andrés Guiral Contreras and José A. Gonzalo Angulo
- 187/2004 El modelo de Black, Derman y Toy en la práctica. Aplicación al mercado español.
Marta Tolentino García-Abadillo y Antonio Díaz Pérez
- 188/2004 Does market competition make banks perform well?.
Mónica Melle
- 189/2004 Efficiency differences among banks: external, technical, internal, and managerial
Santiago Carbó Valverde, David B. Humphrey y Rafael López del Paso

- 190/2004 Una aproximación al análisis de los costes de la esquizofrenia en España: los modelos jerárquicos bayesianos
F. J. Vázquez-Polo, M. A. Negrín, J. M. Cavasés, E. Sánchez y grupo RIRAG
- 191/2004 Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis
Javier González-Benito y Óscar González-Benito
- 192/2004 Economic risk to beneficiaries in notional defined contribution accounts (NDCs)
Carlos Vidal-Meliá, Inmaculada Domínguez-Fabian y José Enrique Devesa-Carpio
- 193/2004 Sources of efficiency gains in port reform: non parametric malmquist decomposition tfp index for Mexico
Antonio Estache, Beatriz Tovar de la Fé y Lourdes Trujillo
- 194/2004 Persistencia de resultados en los fondos de inversión españoles
Alfredo Ciriaco Fernández y Rafael Santamaría Aquilué
- 195/2005 El modelo de revisión de creencias como aproximación psicológica a la formación del juicio del auditor sobre la gestión continuada
Andrés Guiral Contreras y Francisco Esteso Sánchez
- 196/2005 La nueva financiación sanitaria en España: descentralización y prospectiva
David Cantarero Prieto
- 197/2005 A cointegration analysis of the Long-Run supply response of Spanish agriculture to the common agricultural policy
José A. Mendez, Ricardo Mora y Carlos San Juan
- 198/2005 ¿Refleja la estructura temporal de los tipos de interés del mercado español preferencia por la liquidez?
Magdalena Massot Perelló y Juan M. Nave
- 199/2005 Análisis de impacto de los Fondos Estructurales Europeos recibidos por una economía regional: Un enfoque a través de Matrices de Contabilidad Social
M. Carmen Lima y M. Alejandro Cardenete
- 200/2005 Does the development of non-cash payments affect monetary policy transmission?
Santiago Carbó Valverde y Rafael López del Paso
- 201/2005 Firm and time varying technical and allocative efficiency: an application for port cargo handling firms
Ana Rodríguez-Álvarez, Beatriz Tovar de la Fe y Lourdes Trujillo
- 202/2005 Contractual complexity in strategic alliances
Jeffrey J. Reuer y Africa Ariño
- 203/2005 Factores determinantes de la evolución del empleo en las empresas adquiridas por opa
Nuria Alcalde Fradejas y Inés Pérez-Soba Aguilar
- 204/2005 Nonlinear Forecasting in Economics: a comparison between Comprehension Approach versus Learning Approach. An Application to Spanish Time Series
Elena Olmedo, Juan M. Valderas, Ricardo Gimeno and Lorenzo Escot

205/2005	Precio de la tierra con presión urbana: un modelo para España Esther Decimavilla, Carlos San Juan y Stefan Sperlich
206/2005	Interregional migration in Spain: a semiparametric analysis Adolfo Maza y José Villaverde
207/2005	Productivity growth in European banking Carmen Murillo-Melchor, José Manuel Pastor y Emili Tortosa-Ausina
208/2005	Explaining Bank Cost Efficiency in Europe: Environmental and Productivity Influences. Santiago Carbó Valverde, David B. Humphrey y Rafael López del Paso
209/2005	La elasticidad de sustitución intertemporal con preferencias no separables intratemporalmente: los casos de Alemania, España y Francia. Elena Márquez de la Cruz, Ana R. Martínez Cañete y Inés Pérez-Soba Aguilar
210/2005	Contribución de los efectos tamaño, book-to-market y momentum a la valoración de activos: el caso español. Begoña Font-Belaire y Alfredo Juan Grau-Grau
211/2005	Permanent income, convergence and inequality among countries José M. Pastor and Lorenzo Serrano
212/2005	The Latin Model of Welfare: Do ‘Insertion Contracts’ Reduce Long-Term Dependence? Luis Ayala and Magdalena Rodríguez
213/2005	The effect of geographic expansion on the productivity of Spanish savings banks Manuel Illueca, José M. Pastor and Emili Tortosa-Ausina
214/2005	Dynamic network interconnection under consumer switching costs Ángel Luis López Rodríguez
215/2005	La influencia del entorno socioeconómico en la realización de estudios universitarios: una aproximación al caso español en la década de los noventa Marta Rahona López
216/2005	The valuation of spanish ipos: efficiency analysis Susana Álvarez Otero
217/2005	On the generation of a regular multi-input multi-output technology using parametric output distance functions Sergio Perelman and Daniel Santin
218/2005	La gobernanza de los procesos parlamentarios: la organización industrial del congreso de los diputados en España Gonzalo Caballero Miguez
219/2005	Determinants of bank market structure: Efficiency and political economy variables Francisco González
220/2005	Agresividad de las órdenes introducidas en el mercado español: estrategias, determinantes y medidas de performance David Abad Díaz

- 221/2005 Tendencia post-anuncio de resultados contables: evidencia para el mercado español
Carlos Forner Rodríguez, Joaquín Marhuenda Fructuoso y Sonia Sanabria García
- 222/2005 Human capital accumulation and geography: empirical evidence in the European Union
Jesús López-Rodríguez, J. Andrés Faíña y Jose Lopez Rodríguez
- 223/2005 Auditors' Forecasting in Going Concern Decisions: Framing, Confidence and Information Processing
Waymond Rodgers and Andrés Guiral
- 224/2005 The effect of Structural Fund spending on the Galician region: an assessment of the 1994-1999 and 2000-2006 Galician CSFs
José Ramón Cancelo de la Torre, J. Andrés Faíña and Jesús López-Rodríguez
- 225/2005 The effects of ownership structure and board composition on the audit committee activity: Spanish evidence
Carlos Fernández Méndez and Rubén Arrondo García
- 226/2005 Cross-country determinants of bank income smoothing by managing loan loss provisions
Ana Rosa Fonseca and Francisco González
- 227/2005 Incumplimiento fiscal en el irpf (1993-2000): un análisis de sus factores determinantes
Alejandro Estellér Moré
- 228/2005 Region versus Industry effects: volatility transmission
Pilar Soriano Felipe and Francisco J. Climent Diranzo
- 229/2005 Concurrent Engineering: The Moderating Effect Of Uncertainty On New Product Development Success
Daniel Vázquez-Bustelo and Sandra Valle
- 230/2005 On zero lower bound traps: a framework for the analysis of monetary policy in the 'age' of central banks
Alfonso Palacio-Vera
- 231/2005 Reconciling Sustainability and Discounting in Cost Benefit Analysis: a methodological proposal
M. Carmen Almansa Sáez and Javier Calatrava Requena
- 232/2005 Can The Excess Of Liquidity Affect The Effectiveness Of The European Monetary Policy?
Santiago Carbó Valverde and Rafael López del Paso
- 233/2005 Inheritance Taxes In The Eu Fiscal Systems: The Present Situation And Future Perspectives.
Miguel Angel Barberán Lahuerta
- 234/2006 Bank Ownership And Informativeness Of Earnings.
Víctor M. González
- 235/2006 Developing A Predictive Method: A Comparative Study Of The Partial Least Squares Vs Maximum Likelihood Techniques.
Waymond Rodgers, Paul Pavlou and Andres Guiral.
- 236/2006 Using Compromise Programming for Macroeconomic Policy Making in a General Equilibrium Framework: Theory and Application to the Spanish Economy.
Francisco J. André, M. Alejandro Cardenete y Carlos Romero.

- 237/2006 Bank Market Power And Sme Financing Constraints.
Santiago Carbó-Valverde, Francisco Rodríguez-Fernández y Gregory F. Udell.
- 238/2006 Trade Effects Of Monetary Agreements: Evidence For Oecd Countries.
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano.
- 239/2006 The Quality Of Institutions: A Genetic Programming Approach.
Marcos Álvarez-Díaz y Gonzalo Caballero Miguez.
- 240/2006 La interacción entre el éxito competitivo y las condiciones del mercado doméstico como determinantes de la decisión de exportación en las Pymes.
Francisco García Pérez.
- 241/2006 Una estimación de la depreciación del capital humano por sectores, por ocupación y en el tiempo.
Inés P. Murillo.
- 242/2006 Consumption And Leisure Externalities, Economic Growth And Equilibrium Efficiency.
Manuel A. Gómez.
- 243/2006 Measuring efficiency in education: an analysis of different approaches for incorporating non-discretionary inputs.
Jose Manuel Cordero-Ferrera, Francisco Pedraja-Chaparro y Javier Salinas-Jiménez
- 244/2006 Did The European Exchange-Rate Mechanism Contribute To The Integration Of Peripheral Countries?.
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano
- 245/2006 Intergenerational Health Mobility: An Empirical Approach Based On The Echp.
Marta Pascual and David Cantarero
- 246/2006 Measurement and analysis of the Spanish Stock Exchange using the Lyapunov exponent with digital technology.
Salvador Rojí Ferrari and Ana Gonzalez Marcos
- 247/2006 Testing For Structural Breaks In Variance With additive Outliers And Measurement Errors.
Paulo M.M. Rodrigues and Antonio Rubia
- 248/2006 The Cost Of Market Power In Banking: Social Welfare Loss Vs. Cost Inefficiency.
Joaquín Maudos and Juan Fernández de Guevara
- 249/2006 Elasticidades de largo plazo de la demanda de vivienda: evidencia para España (1885-2000).
Desiderio Romero Jordán, José Félix Sanz Sanz y César Pérez López
- 250/2006 Regional Income Disparities in Europe: What role for location?.
Jesús López-Rodríguez and J. Andrés Faíña
- 251/2006 Funciones abreviadas de bienestar social: Una forma sencilla de simultaneizar la medición de la eficiencia y la equidad de las políticas de gasto público.
Nuria Badenes Plá y Daniel Santín González
- 252/2006 “The momentum effect in the Spanish stock market: Omitted risk factors or investor behaviour?”.
Luis Muga and Rafael Santamaría
- 253/2006 Dinámica de precios en el mercado español de gasolina: un equilibrio de colusión tácita.
Jordi Perdigueró García

- 254/2006 Desigualdad regional en España: renta permanente versus renta corriente.
José M. Pastor, Empar Pons y Lorenzo Serrano
- 255/2006 Environmental implications of organic food preferences: an application of the impure public goods model.
Ana Maria Aldanondo-Ochoa y Carmen Almansa-Sáez
- 256/2006 Family tax credits versus family allowances when labour supply matters: Evidence for Spain.
José Felix Sanz-Sanz, Desiderio Romero-Jordán y Santiago Álvarez-García
- 257/2006 La internacionalización de la empresa manufacturera española: efectos del capital humano genérico y específico.
José López Rodríguez
- 258/2006 Evaluación de las migraciones interregionales en España, 1996-2004.
María Martínez Torres
- 259/2006 Efficiency and market power in Spanish banking.
Rolf Färe, Shawna Grosskopf y Emili Tortosa-Ausina.
- 260/2006 Asimetrías en volatilidad, beta y contagios entre las empresas grandes y pequeñas cotizadas en la bolsa española.
Helena Chuliá y Hipòlit Torró.
- 261/2006 Birth Replacement Ratios: New Measures of Period Population Replacement.
José Antonio Ortega.
- 262/2006 Accidentes de tráfico, víctimas mortales y consumo de alcohol.
José M^a Arranz y Ana I. Gil.
- 263/2006 Análisis de la Presencia de la Mujer en los Consejos de Administración de las Mil Mayores Empresas Españolas.
Ruth Mateos de Cabo, Lorenzo Escot Mangas y Ricardo Gimeno Nogués.
- 264/2006 Crisis y Reforma del Pacto de Estabilidad y Crecimiento. Las Limitaciones de la Política Económica en Europa.
Ignacio Álvarez Peralta.
- 265/2006 Have Child Tax Allowances Affected Family Size? A Microdata Study For Spain (1996-2000).
Jaime Vallés-Giménez y Anabel Zárate-Marco.
- 266/2006 Health Human Capital And The Shift From Foraging To Farming.
Paolo Rungo.
- 267/2006 Financiación Autonómica y Política de la Competencia: El Mercado de Gasolina en Canarias.
Juan Luis Jiménez y Jordi Perdiguero.
- 268/2006 El cumplimiento del Protocolo de Kyoto para los hogares españoles: el papel de la imposición sobre la energía.
Desiderio Romero-Jordán y José Félix Sanz-Sanz.
- 269/2006 Banking competition, financial dependence and economic growth
Joaquín Maudos y Juan Fernández de Guevara
- 270/2006 Efficiency, subsidies and environmental adaptation of animal farming under CAP
Werner Kleinhanß, Carmen Murillo, Carlos San Juan y Stefan Sperlich

- 271/2006 Interest Groups, Incentives to Cooperation and Decision-Making Process in the European Union
A. Garcia-Lorenzo y Jesús López-Rodríguez
- 272/2006 Riesgo asimétrico y estrategias de momentum en el mercado de valores español
Luis Muga y Rafael Santamaría
- 273/2006 Valoración de capital-riesgo en proyectos de base tecnológica e innovadora a través de la teoría de opciones reales
Gracia Rubio Martín
- 274/2006 Capital stock and unemployment: searching for the missing link
Ana Rosa Martínez-Cañete, Elena Márquez de la Cruz, Alfonso Palacio-Vera and Inés Pérez-Soba Aguilar
- 275/2006 Study of the influence of the voters' political culture on vote decision through the simulation of a political competition problem in Spain
Sagrario Lantarón, Isabel Lillo, M^a Dolores López and Javier Rodrigo
- 276/2006 Investment and growth in Europe during the Golden Age
Antonio Cubel and M^a Teresa Sanchis
- 277/2006 Efectos de vincular la pensión pública a la inversión en cantidad y calidad de hijos en un modelo de equilibrio general
Robert Meneu Gaya
- 278/2006 El consumo y la valoración de activos
Elena Márquez y Belén Nieto
- 279/2006 Economic growth and currency crisis: A real exchange rate entropic approach
David Matesanz Gómez y Guillermo J. Ortega
- 280/2006 Three measures of returns to education: An illustration for the case of Spain
María Arrazola y José de Hevia
- 281/2006 Composition of Firms versus Composition of Jobs
Antoni Cunyat
- 282/2006 La vocación internacional de un holding tranviario belga: la Compagnie Mutuelle de Tramways, 1895-1918
Alberte Martínez López
- 283/2006 Una visión panorámica de las entidades de crédito en España en la última década.
Constantino García Ramos
- 284/2006 Foreign Capital and Business Strategies: a comparative analysis of urban transport in Madrid and Barcelona, 1871-1925
Alberte Martínez López
- 285/2006 Los intereses belgas en la red ferroviaria catalana, 1890-1936
Alberte Martínez López
- 286/2006 The Governance of Quality: The Case of the Agrifood Brand Names
Marta Fernández Barcala, Manuel González-Díaz y Emmanuel Raynaud
- 287/2006 Modelling the role of health status in the transition out of malthusian equilibrium
Paolo Rungo, Luis Currais and Berta Rivera
- 288/2006 Industrial Effects of Climate Change Policies through the EU Emissions Trading Scheme
Xavier Labandeira and Miguel Rodríguez

- 289/2006 Globalisation and the Composition of Government Spending: An analysis for OECD countries
Norman Gemmell, Richard Kneller and Ismael Sanz
- 290/2006 La producción de energía eléctrica en España: Análisis económico de la actividad tras la liberalización del Sector Eléctrico
Fernando Hernández Martínez
- 291/2006 Further considerations on the link between adjustment costs and the productivity of R&D investment: evidence for Spain
Desiderio Romero-Jordán, José Félix Sanz-Sanz and Inmaculada Álvarez-Ayuso
- 292/2006 Una teoría sobre la contribución de la función de compras al rendimiento empresarial
Javier González Benito
- 293/2006 Agility drivers, enablers and outcomes: empirical test of an integrated agile manufacturing model
Daniel Vázquez-Bustelo, Lucía Avella and Esteban Fernández
- 294/2006 Testing the parametric vs the semiparametric generalized mixed effects models
María José Lombardía and Stefan Sperlich
- 295/2006 Nonlinear dynamics in energy futures
Mariano Matilla-García
- 296/2006 Estimating Spatial Models By Generalized Maximum Entropy Or How To Get Rid Of W
Esteban Fernández Vázquez, Matías Mayor Fernández and Jorge Rodríguez-Valez
- 297/2006 Optimización fiscal en las transmisiones lucrativas: análisis metodológico
Félix Domínguez Barrero
- 298/2006 La situación actual de la banca online en España
Francisco José Climent Diranzo y Alexandre Momparler Pechuán
- 299/2006 Estrategia competitiva y rendimiento del negocio: el papel mediador de la estrategia y las capacidades productivas
Javier González Benito y Isabel Suárez González
- 300/2006 A Parametric Model to Estimate Risk in a Fixed Income Portfolio
Pilar Abad and Sonia Benito
- 301/2007 Análisis Empírico de las Preferencias Sociales Respecto del Gasto en Obra Social de las Cajas de Ahorros
Alejandro Esteller-Moré, Jonathan Jorba Jiménez y Albert Solé-Ollé
- 302/2007 Assessing the enlargement and deepening of regional trading blocs: The European Union case
Salvador Gil-Pareja, Rafael Llorca-Vivero y José Antonio Martínez-Serrano
- 303/2007 ¿Es la Franquicia un Medio de Financiación?: Evidencia para el Caso Español
Vanessa Solís Rodríguez y Manuel González Díaz
- 304/2007 On the Finite-Sample Biases in Nonparametric Testing for Variance Constancy
Paulo M.M. Rodrigues and Antonio Rubia
- 305/2007 Spain is Different: Relative Wages 1989-98
José Antonio Carrasco Gallego

- 306/2007 Poverty reduction and SAM multipliers: An evaluation of public policies in a regional framework
Francisco Javier De Miguel-Vélez y Jesús Pérez-Mayo
- 307/2007 La Eficiencia en la Gestión del Riesgo de Crédito en las Cajas de Ahorro
Marcelino Martínez Cabrera
- 308/2007 Optimal environmental policy in transport: unintended effects on consumers' generalized price
M. Pilar Socorro and Ofelia Betancor
- 309/2007 Agricultural Productivity in the European Regions: Trends and Explanatory Factors
Roberto Ezcurra, Belen Iraizoz, Pedro Pascual and Manuel Rapún
- 310/2007 Long-run Regional Population Divergence and Modern Economic Growth in Europe: a Case Study of Spain
María Isabel Ayuda, Fernando Collantes and Vicente Pinilla
- 311/2007 Financial Information effects on the measurement of Commercial Banks' Efficiency
Borja Amor, María T. Tascón and José L. Fanjul
- 312/2007 Neutralidad e incentivos de las inversiones financieras en el nuevo IRPF
Félix Domínguez Barrero
- 313/2007 The Effects of Corporate Social Responsibility Perceptions on The Valuation of Common Stock
Waymond Rodgers , Helen Choy and Andres Guiral-Contreras
- 314/2007 Country Creditor Rights, Information Sharing and Commercial Banks' Profitability Persistence across the world
Borja Amor, María T. Tascón and José L. Fanjul
- 315/2007 ¿Es Relevante el Déficit Corriente en una Unión Monetaria? El Caso Español
Javier Blanco González y Ignacio del Rosal Fernández
- 316/2007 The Impact of Credit Rating Announcements on Spanish Corporate Fixed Income Performance: Returns, Yields and Liquidity
Pilar Abad, Antonio Díaz and M. Dolores Robles
- 317/2007 Indicadores de Lealtad al Establecimiento y Formato Comercial Basados en la Distribución del Presupuesto
Cesar Augusto Bustos Reyes y Óscar González Benito
- 318/2007 Migrants and Market Potential in Spain over The XXth Century: A Test Of The New Economic Geography
Daniel A. Tirado, Jordi Pons, Elisenda Paluzie and Javier Silvestre
- 319/2007 El Impacto del Coste de Oportunidad de la Actividad Emprendedora en la Intención de los Ciudadanos Europeos de Crear Empresas
Luis Miguel Zapico Aldeano
- 320/2007 Los belgas y los ferrocarriles de vía estrecha en España, 1887-1936
Alberte Martínez López
- 321/2007 Competición política bipartidista. Estudio geométrico del equilibrio en un caso ponderado
Isabel Lillo, M^a Dolores López y Javier Rodrigo
- 322/2007 Human resource management and environment management systems: an empirical study
M^a Concepción López Fernández, Ana M^a Serrano Bedia and Gema García Piqueres

- 323/2007 Wood and industrialization. evidence and hypotheses from the case of Spain, 1860-1935.
Iñaki Iriarte-Goñi and María Isabel Ayuda Bosque
- 324/2007 New evidence on long-run monetary neutrality.
J. Cunado, L.A. Gil-Alana and F. Perez de Gracia
- 325/2007 Monetary policy and structural changes in the volatility of us interest rates.
Juncal Cuñado, Javier Gomez Biscarri and Fernando Perez de Gracia
- 326/2007 The productivity effects of intrafirm diffusion.
Lucio Fuentelsaz, Jaime Gómez and Sergio Palomas
- 327/2007 Unemployment duration, layoffs and competing risks.
J.M. Arranz, C. García-Serrano and L. Toharia
- 328/2007 El grado de cobertura del gasto público en España respecto a la UE-15
Nuria Rueda, Begoña Barruso, Carmen Calderón y M^a del Mar Herrador
- 329/2007 The Impact of Direct Subsidies in Spain before and after the CAP'92 Reform
Carmen Murillo, Carlos San Juan and Stefan Sperlich
- 330/2007 Determinants of post-privatisation performance of Spanish divested firms
Laura Cabeza García and Silvia Gómez Ansón
- 331/2007 ¿Por qué deciden diversificar las empresas españolas? Razones oportunistas versus razones económicas
Almudena Martínez Campillo
- 332/2007 Dynamical Hierarchical Tree in Currency Markets
Juan Gabriel Brida, David Matesanz Gómez and Wiston Adrián Risso
- 333/2007 Los determinantes sociodemográficos del gasto sanitario. Análisis con microdatos individuales
Ana María Angulo, Ramón Barberán, Pilar Egea y Jesús Mur
- 334/2007 Why do companies go private? The Spanish case
Inés Pérez-Soba Aguilar
- 335/2007 The use of gis to study transport for disabled people
Verónica Cañal Fernández
- 336/2007 The long run consequences of M&A: An empirical application
Cristina Bernad, Lucio Fuentelsaz and Jaime Gómez
- 337/2007 Las clasificaciones de materias en economía: principios para el desarrollo de una nueva clasificación
Valentín Edo Hernández
- 338/2007 Reforming Taxes and Improving Health: A Revenue-Neutral Tax Reform to Eliminate Medical and Pharmaceutical VAT
Santiago Álvarez-García, Carlos Pestana Barros y Juan Prieto-Rodriguez
- 339/2007 Impacts of an iron and steel plant on residential property values
Celia Bilbao-Terol
- 340/2007 Firm size and capital structure: Evidence using dynamic panel data
Víctor M. González and Francisco González

- 341/2007 ¿Cómo organizar una cadena hotelera? La elección de la forma de gobierno
Marta Fernández Barcala y Manuel González Díaz
- 342/2007 Análisis de los efectos de la decisión de diversificar: un contraste del marco teórico “Agency-Stewardship”
Almudena Martínez Campillo y Roberto Fernández Gago
- 343/2007 Selecting portfolios given multiple eurostoxx-based uncertainty scenarios: a stochastic goal programming approach from fuzzy betas
Enrique Ballester, Blanca Pérez-Gladish, Mar Arenas-Parra and Amelia Bilbao-Terol
- 344/2007 “El bienestar de los inmigrantes y los factores implicados en la decisión de emigrar”
Anastasia Hernández Alemán y Carmelo J. León
- 345/2007 Governance Decisions in the R&D Process: An Integrative Framework Based on TCT and Knowledge View of The Firm.
Andrea Martínez-Noya and Esteban García-Canal
- 346/2007 Diferencias salariales entre empresas públicas y privadas. El caso español
Begoña Cueto y Nuria Sánchez- Sánchez
- 347/2007 Effects of Fiscal Treatments of Second Home Ownership on Renting Supply
Celia Bilbao Terol and Juan Prieto Rodríguez
- 348/2007 Auditors’ ethical dilemmas in the going concern evaluation
Andres Guiral, Waymond Rodgers, Emiliano Ruiz and Jose A. Gonzalo
- 349/2007 Convergencia en capital humano en España. Un análisis regional para el periodo 1970-2004
Susana Morales Sequera y Carmen Pérez Esparrells
- 350/2007 Socially responsible investment: mutual funds portfolio selection using fuzzy multiobjective programming
Blanca M^a Pérez-Gladish, Mar Arenas-Parra , Amelia Bilbao-Terol and M^a Victoria Rodríguez-Uría
- 351/2007 Persistencia del resultado contable y sus componentes: implicaciones de la medida de ajustes por devengo
Raúl Iñiguez Sánchez y Francisco Poveda Fuentes
- 352/2007 Wage Inequality and Globalisation: What can we Learn from the Past? A General Equilibrium Approach
Concha Betrán, Javier Ferri and Maria A. Pons
- 353/2007 Eficacia de los incentivos fiscales a la inversión en I+D en España en los años noventa
Desiderio Romero Jordán y José Félix Sanz Sanz
- 354/2007 Convergencia regional en renta y bienestar en España
Robert Meneu Gaya
- 355/2007 Tributación ambiental: Estado de la Cuestión y Experiencia en España
Ana Carrera Poncela
- 356/2007 Salient features of dependence in daily us stock market indices
Luis A. Gil-Alana, Juncal Cuñado and Fernando Pérez de Gracia
- 357/2007 La educación superior: ¿un gasto o una inversión rentable para el sector público?
Inés P. Murillo y Francisco Pedraja

- 358/2007 Effects of a reduction of working hours on a model with job creation and job destruction
Emilio Domínguez, Miren Ullibarri y Idoia Zabaleta
- 359/2007 Stock split size, signaling and earnings management: Evidence from the Spanish market
José Yagüe, J. Carlos Gómez-Sala and Francisco Poveda-Fuentes
- 360/2007 Modelización de las expectativas y estrategias de inversión en mercados de derivados
Begoña Font-Belaire
- 361/2008 Trade in capital goods during the golden age, 1953-1973
M^a Teresa Sanchis and Antonio Cubel
- 362/2008 El capital económico por riesgo operacional: una aplicación del modelo de distribución de pérdidas
Enrique José Jiménez Rodríguez y José Manuel Fera Domínguez