

**La suficiencia de capital por  
riesgo de crédito:  
un ejercicio práctico**

***Diseño y Maquetación***

Dpto. Marketing y Comunicación  
Management Solutions - España

***Fotografías:***

Archivo fotográfico de Management Solutions  
Shutterstock

**© Management Solutions 2010**

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* **2**

---



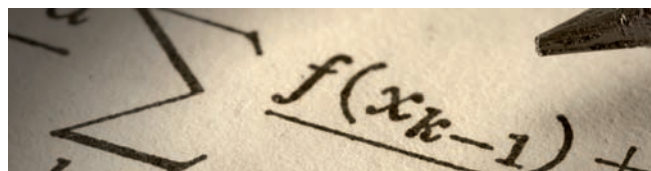
*Resumen ejecutivo* **4**

---



*Información utilizada* **8**

---



*Metodología* **10**

---



*Ejercicios realizados y análisis de resultados* **16**

---

# Introducción



La crisis financiera y su efecto en la economía real han hecho que desde el inicio de 2009 se haya abierto un debate sobre los cambios necesarios en la regulación de la industria financiera, con el objetivo de evitar nuevas crisis, mitigar el riesgo sistémico y desarrollar un marco equilibrado de competencia.

Dicho proceso se está materializando en diversos documentos consultivos y propuestas de modificaciones normativas del Comité de Basilea, FSB<sup>1</sup>, FSF<sup>2</sup>, IASC<sup>3</sup>, CEBS<sup>4</sup>, y otros organismos y foros internacionales que, una vez calibradas a partir de los ejercicios de análisis de impacto (QIS<sup>5</sup>), entrarán en vigor de forma paulatina hasta su completa implantación en 2012.

En particular, el Comité de Basilea está elaborando diferentes propuestas<sup>6</sup> en relación con los tres pilares de Basilea II<sup>7</sup>. En el marco del Pilar 2, dichas propuestas enfatizan la importancia del proceso de medición y planificación del capital para evaluar su adecuación y suficiencia, como parte fundamental de la función de control y gestión de riesgos en una entidad financiera.

Dicho proceso supone para las entidades un ejercicio de autoevaluación del capital en el que, teniendo en cuenta su perfil de riesgos y el actual entorno económico y financiero, se identifiquen todos los riesgos materiales que afectan a la institución y se evalúen con carácter integral, concluyendo sobre la suficiencia del capital. Asimismo, dicho proceso implica realizar rigurosos ejercicios de estrés con carácter prospectivo, con objeto de contemplar posibles acontecimientos o cambios en las condiciones del mercado que pudieran afectar negativamente a la entidad.

En la situación anterior a la crisis financiera, los escenarios aplicados por las entidades en sus procesos de planificación de capital tenían en ocasiones un carácter continuista y, por tanto, no se realizaba siempre un ejercicio de estrés que recogiese el posible deterioro económico y sus consecuencias sobre la solvencia de las entidades. Esta gestión bajo una situación económica de estrés ha supuesto un impacto mayor de lo esperado en la calidad de los activos y, como consecuencia, en los requerimientos de capital, lo que ha afectado al nivel de solvencia de las entidades.

Las entidades más avanzadas en la gestión del riesgo han desarrollado modelos internos de medición y gestión del riesgo y realizado ejercicios de planificación a más largo plazo, con proyecciones hasta tres años de la base de recursos propios y consumo de capital. Esto ha permitido afinar las estimaciones de su nivel de solvencia futuro y establecer los planes de actuación en situaciones de contingencia.

En este contexto, el presente estudio desarrolla un ejercicio de consumo de capital por riesgo de crédito bajo diferentes escenarios e hipótesis aplicados sobre los parámetros de riesgo, con objeto de evaluar cómo impactan dichos escenarios en el modelo de capital regulatorio y en el consumo de capital económico. Por parámetros de riesgo se entienden los distintos aspectos cuantitativos a los que el capital es sensible, como son, entre otros, el ajuste al ciclo de la PD, la prociclicidad, la LGD estocástica, la migración de *rating* o la concentración.

Dicho ejercicio de simulación es complementario a los ejercicios de estrés que comúnmente realizan las entidades en los procesos de medición y planificación de capital, donde dado un conjunto de escenarios macroeconómicos se fijan unos parámetros de riesgo para cada escenario y se estiman los requerimientos de capital.

Para realizar el estudio se han estimado los requerimientos de capital regulatorio y los que se obtendrían mediante la aplicación de un modelo de capital económico basado en metodologías comúnmente aplicadas por las entidades IRB<sup>8</sup>. Dichas estimaciones se han realizado con carteras tipo<sup>9</sup> de los segmentos de Hipotecas (Personas Físicas) y Empresas con facturación hasta 100 millones de euros, por ser estas carteras las más representativas en términos de exposición en las entidades financieras españolas.

El documento se estructura en los siguientes apartados:

- ▶ Resumen ejecutivo de las conclusiones obtenidas en el estudio.
- ▶ Descripción de las características de las carteras utilizadas en los análisis.
- ▶ Fundamentos metodológicos utilizados.
- ▶ Pruebas realizadas y análisis de resultados.

<sup>1</sup>Financial Stability Board.

<sup>2</sup>Financial Stability Forum.

<sup>3</sup>International Accounting Standards Committee.

<sup>4</sup>Committee of European Banking Supervisors.

<sup>5</sup>Quantitative Impact Survey.

<sup>6</sup>"Consultative proposals to strengthen the resilience of the banking sector" del Comité de Basilea del 17 de diciembre de 2009.

<sup>7</sup>Pilar 1 (Requerimientos de capital mínimo), Pilar 2 (Autoevaluación de la suficiencia de capital y revisión supervisora) y Pilar 3 (Disciplina de mercado).

<sup>8</sup>Entidades con modelos internos aprobados por el Banco de España a efectos de cálculo de los requerimientos de capital por Riesgo de Crédito.

<sup>9</sup>El concepto de carteras tipo responde al de una cartera que, si bien es ficticia, se asemejaría en su composición y características al tipo de cartera existente en distintas entidades financieras españolas.

# Resumen ejecutivo

El estudio realizado recoge distintas estimaciones de los requerimientos de capital por riesgo de crédito bajo diferentes escenarios e hipótesis, con objeto de evaluar cómo impactan dichos escenarios en el modelo de capital regulatorio y en el consumo de capital económico.

Para realizar la medición del impacto de los diferentes escenarios se ha utilizado, además de los modelos regulatorios, un modelo de capital económico basado en metodologías comúnmente aplicadas por las entidades IRB (en adelante e indistintamente, “modelo”, o “modelo de capital económico”), y que se detallan en el apartado 4 (Metodología) del documento.

Los escenarios e hipótesis aplicados reflejan diferentes aspectos cuantitativos que podrían impactar en las estimaciones de capital y que, por tanto, podrían considerarse por las entidades en los ejercicios de medición y planificación de capital.

El estudio ha tomado como punto de partida carteras tipo que pretenden ser representativas de los segmentos de Hipotecas y Empresas en España. Los resultados obtenidos, aun estando condicionados por las carteras seleccionadas, cuyas principales características se detallan en el apartado 3 (Información utilizada), pueden ser interpretados con carácter general<sup>10</sup>.

A continuación se resumen las distintas hipótesis y escenarios contemplados en el estudio que se aplican sobre el Escenario Base o cálculo de referencia a los efectos de una primera comparativa entre las estimaciones regulatorias y económicas.

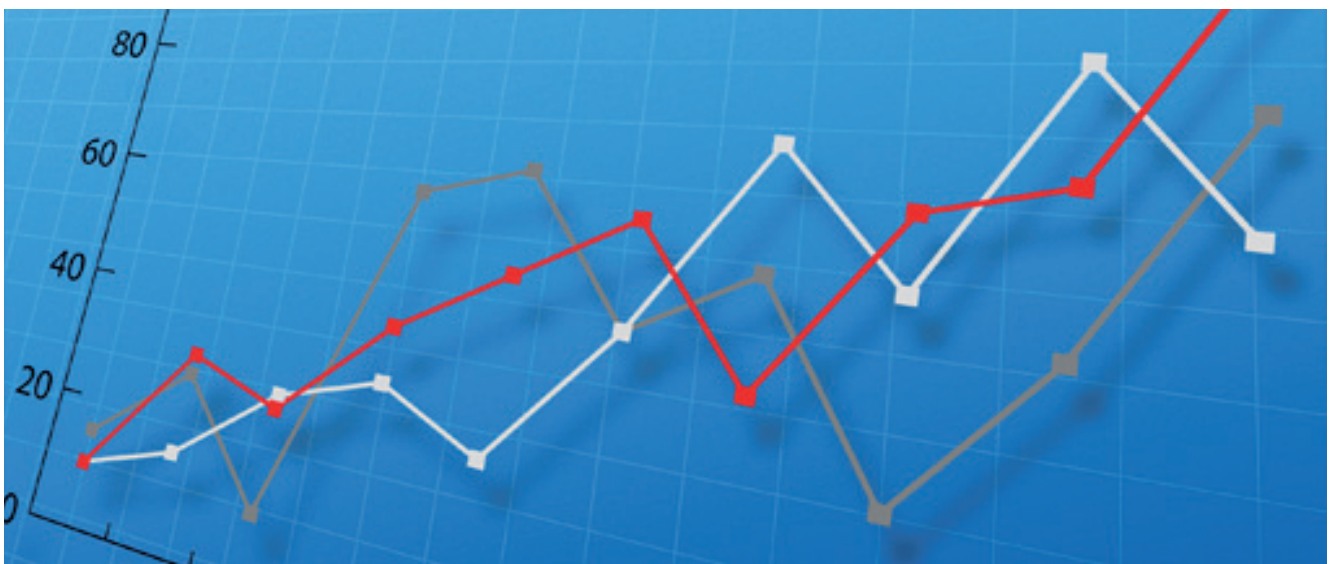
El Escenario Base también se utiliza para realizar un análisis de sensibilidad de los requerimientos de capital ante modificaciones en el nivel de confianza (nivel de solvencia).

Sobre dicho escenario, se han realizado los siguientes análisis para medir la sensibilidad al ciclo de los modelos de capital:

- ▶ **Ajustes al ciclo:** las estimaciones de capital utilizan estimaciones de probabilidad de incumplimiento promedio del ciclo de las operaciones y clientes. El análisis realizado mide el impacto de considerar desviaciones en la estimación de la probabilidad de incumplimiento media de las carteras considerando un ciclo económico completo bajo diferentes hipótesis<sup>11</sup>.
- ▶ **Prociclicidad:** el cambio de ciclo ha supuesto en los modelos internos de algunas entidades un incremento del consumo de capital que excede al derivado del empeoramiento real de la calidad crediticia (efecto denominado “prociclicidad”). El análisis realizado pretende medir el impacto en el consumo de capital de algunas de las propuestas existentes para mitigar este efecto.

<sup>10</sup>En todo caso, cada entidad debería utilizar su cartera y modelos para obtener los resultados referidos a su realidad específica.

<sup>11</sup>Este análisis podría hacerse extensivo al resto de parámetros de riesgo, si bien por simplicidad el ejercicio se ha limitado a la probabilidad de incumplimiento.



Asimismo, se han realizado diferentes estudios de la sensibilidad de los modelos de capital a algunos aspectos no parametrizables en el modelo regulatorio de Pilar 1:

- ▶ **LGD estocástica:** en el cálculo de capital regulatorio se utiliza una LGD estresada o *downturn* representativa de la pérdida en el peor momento del ciclo. El análisis realizado mide el impacto de considerar que la Severidad, a diferencia del modelo regulatorio, no es estática ni independiente de la probabilidad de incumplimiento. En particular, el estudio considera la volatilidad de la LGD y la correlación entre la PD y LGD (independientes en el modelo regulatorio).
- ▶ **Migración de *rating*:** la pérdida por riesgo de crédito (y por tanto su consumo de capital) no sólo se da como consecuencia del incumplimiento, sino también por el deterioro de la calidad crediticia de los activos. El análisis realizado mide el impacto en el consumo de capital de considerar migraciones de *rating* entre niveles de calificación como extensión al modelo regulatorio de *default/no default*<sup>12</sup>.
- ▶ **Concentración:** el nivel de concentración impacta directamente en el consumo de capital, aumentando dicho consumo en carteras concentradas y disminuyendo en carteras diversificadas. Sin embargo, siendo un aspecto fundamental de la gestión del riesgo de crédito, no tiene reflejo en los requerimientos de Pilar 1<sup>13</sup>, por lo que resulta de interés estimar su impacto en capital. En concreto se analiza la concentración por nombre o de exposiciones, la sectorial, la geográfica y por segmentos de riesgos.

Finalmente, el estudio considera un último escenario, denominado Escenario General, que tiene por objeto consolidar los diferentes análisis de manera individual. De este modo se puede concluir sobre la adecuación del modelo de capital regulatorio ante los diferentes escenarios e hipótesis considerados.

De acuerdo con lo anterior, se han obtenido los requerimientos de capital por los modelos regulatorios, Estándar e IRB Avanzado<sup>14</sup>, así como por el modelo de capital económico, aplicando los escenarios e hipótesis descritos. Los resultados obtenidos se detallan en el apartado 5 (Ejercicios realizados y análisis de resultados) del documento.

A continuación se muestran las principales conclusiones obtenidas en el estudio, diferenciando los enfoques IRB y Estándar a efectos comparativos:

### Método IRB avanzado (Pilar 1)

En términos generales, y exceptuando ciertas hipótesis de correlación entre PD y LGD, los resultados obtenidos tanto en el Escenario General como para cada uno de los análisis realizados de manera individual, obtienen unos requerimientos de capital económico que están en línea con los requerimientos mínimos de capital estimados por el método IRB para las carteras analizadas.

No obstante, los requerimientos de capital muestran una elevada sensibilidad a determinadas hipótesis utilizadas<sup>15</sup>, como las relativas al ajuste al ciclo o el grado de prociclicidad de los modelos internos. De igual forma, los requerimientos de capital económico muestran una elevada sensibilidad a aspectos críticos como la concentración en sus distintas dimensiones (nombre, sectorial, geográfica y por segmento de riesgos).

A continuación se destacan algunos aspectos en cada escenario:

### Escenario Base

Las estimaciones de capital regulatorio y las obtenidas por el modelo de capital económico son muy similares. Por tanto, se concluye que el capital regulatorio es una correcta aproximación a la distribución de pérdidas para el nivel de confianza regulatorio del 99,9%.

<sup>12</sup>Este efecto se aproxima en el modelo regulatorio del Segmento Empresas mediante el ajuste por vencimiento incluido en la fórmula de capital, de tal forma que el consumo de capital es mayor en las operaciones de mayor plazo (aumenta el riesgo de migración de *rating*).

<sup>13</sup>En cambio, a los efectos de Pilar 2 se recoge una opción simplificada de cálculo de la concentración sectorial y por nombre. Además, en la opción general (modelo interno) las entidades podrían considerar la concentración geográfica y por segmento de riesgos.

<sup>14</sup>La regulación de requerimientos de capital (Circular 3/2008) permite a los bancos elegir entre dos metodologías para calcular sus requerimientos de capital por riesgo de crédito. Una alternativa sería la medición de dicho riesgo de un modo estándar (Método Estándar), a partir de calificaciones externas del crédito y/o ponderaciones establecidas por el supervisor, y la otra metodología, que estaría sujeta a la aprobación explícita del supervisor, permitiría a los bancos utilizar sus propios sistemas de calificación interna para el riesgo de crédito (Método IRB). Dentro del Método IRB se distingue entre el Básico y el Avanzado, cuya diferencia en términos generales es que en el Básico la estimación interna se limita a la PD y en el Avanzado también se estiman internamente la EAD, la LGD y la M.

<sup>15</sup>En este sentido, sería recomendable avanzar en una mayor homogeneización de determinadas hipótesis en la industria con objeto de una mayor coherencia de los resultados finales.

Sin embargo, se observa que un aumento del nivel de confianza desde el 99,9% regulatorio hasta el 99,97% (equivalente a un nivel de solvencia aproximado de AA), supondría un incremento de un 20% en el consumo de capital.

### Ajuste al ciclo

El estudio demuestra que los requerimientos de capital son muy sensibles a los ajustes al ciclo que se realicen en los parámetros.

Para ejemplificar el impacto que supone un cambio en el ajuste al ciclo en PD en el escenario base, se observa que variaciones de un 25% en las probabilidades de incumplimiento medias del ciclo se traducen en una variación del capital del 9%<sup>16</sup>. Nótese que una variación en las tasas medias de incumplimiento del 25%, que aparentemente es elevada, es en realidad inferior a la variación de tasas de incumplimiento medio del Sistema Financiero Español entre los periodos 1990-2009 y 1996-2009, donde la tasa pasa del 3,19% al 1,98%<sup>17</sup>. Es decir, que las decisiones metodológicas, como en este caso la definición de ciclo económico, pueden tener un impacto muy importante en los parámetros de riesgo y, por tanto, en las estimaciones de capital<sup>18</sup>.

Pese a la sensibilidad de la medición en los distintos ajustes, actualmente no existe una metodología totalmente homogénea de estimación de los mismos entre las diferentes entidades. Como elementos que dificultan dicha homogeneidad se encuentran la calidad de la información, la profundidad histórica, las variaciones históricas en las características de los activos y las hipótesis de ajuste al ciclo asumidas (definición de ciclo económico<sup>19</sup>, metodología de estimación de parámetros medios, etc.).

### Prociclicidad

El efecto de la prociclicidad como alteración de los parámetros de riesgo, especialmente la PD, tiene un efecto directo en las estimaciones de capital. No obstante, el impacto será desigual entre las entidades, ya que depende directamente de las características de sus modelos internos. Así, modelos contruidos con poca profundidad histórica, o donde las variables de comportamiento de pago tengan un peso importante en la calificación final, tienden a sobreestimar el impacto en los requerimientos de capital en una situación de deterioro económico.

Los análisis realizados muestran un impacto elevado y dispar en los requerimientos de capital, dependiendo de las distintas aproximaciones metodológicas y regulatorias que se utilicen para tratar la prociclicidad. Así, para las dos alternativas analizadas se tiene que:

- ▶ En caso de utilizarse la propuesta de una PD estresada y no una PD ajustada al ciclo, se incrementarían los requerimientos de capital en un 50%.
- ▶ En cambio, en caso de eliminar el efecto de la prociclicidad corrigiendo los parámetros a la media histórica, se reducirían los requerimientos de capital<sup>20</sup>.

### LGD estocástica

Como se ha comentado anteriormente, el modelo regulatorio considera en sus estimaciones una LGD estresada. Como parte de los escenarios propuestos se analiza el hecho de considerar una LGD ajustada al ciclo que, al igual que la PD, tenga asociada una volatilidad (carácter estocástico), y que además esté correlacionada con la PD; es decir, que en un momento donde aumenta la morosidad, las pérdidas, dado el incumplimiento, también aumenten.

De acuerdo con lo anterior, el estudio concluye que el uso de una LGD estresada en el modelo regulatorio es suficiente para compensar la volatilidad de la LGD. Por el contrario, en caso de que se estimase necesario considerar, además de la volatilidad, el efecto de la correlación PD-LGD, los requerimientos de capital serían superiores a los actuales. Dicho impacto sería mayor en Empresas por la mayor volatilidad de los parámetros de riesgo (PD, EAD y LGD) y la mayor concentración de exposiciones que amplifican el impacto de la correlación PD-LGD. En concreto, el estudio refleja un aumento de los requerimientos de capital del 17% en Hipotecas y del 40% en Empresas.

### Migración de rating

Según los resultados del estudio, el impacto en los requerimientos de capital de la migración de *rating* está recogido en las estimaciones regulatorias para la cartera de Empresas por el impacto del ajuste por vencimiento incluido en la fórmula de capital regulatorio.

En cambio, en la cartera de Hipotecas no se puede garantizar que el efecto de la migración esté recogido en el modelo regulatorio para algunas situaciones de estrés.

Nótese que en la cartera de Hipotecas, dado el modo en el que se calcula la correlación entre activos hipotecarios<sup>21</sup>, se asume que la pérdida por migración de *rating* está recogida en dicha correlación regulatoria, que se estima en el 15% y, por tanto, se asume superior a la correlación real. En las estimaciones realizadas con la información de incumplimiento del Sistema Financiero Español se obtiene una correlación del 14,22% para Hipotecas, por tanto no muy inferior al parámetro regulatorio.

<sup>16</sup>La probabilidad de incumplimiento no tiene un impacto lineal en el capital.

<sup>17</sup>Fuente: Banco de España.

<sup>18</sup>También los ajustes que se realicen sobre la LGD tienen impacto en capital, dado que al igual que en la PD, es necesario un ajuste para obtener la LGD *downturn* que se utiliza en las estimaciones regulatorias. Nótese que el impacto de variaciones en la LGD en el capital regulatorio es lineal en la fórmula de capital.

<sup>19</sup>En el caso de la definición de ciclo es cierto que en el Sistema Financiero Español actualmente es estándar considerar el periodo desde 1991 hasta la actualidad.

<sup>20</sup>Dicha reducción dependerá del impacto que la prociclicidad tenga en cada modelo, el cual es muy variable y dependiente de la metodología de estimación de parámetros realizada por cada entidad. Por ejemplo, en la cartera de Hipotecas si el efecto de la prociclicidad supusiera un aumento del 10% en las PDs, entonces al eliminar dicho incremento del 10% en las PDs se obtendría un ahorro de capital del 4%.

<sup>21</sup>Véase la "Explanatory Note on the Basel II IRB Risk Weight Functions", de julio de 2005, del Comité de Basilea.



Asimismo, al no considerar el impacto de la migración de manera directa, sino a través de la correlación de activos, el capital regulatorio no es sensible a cambios en el vencimiento medio de la cartera.

## Concentración

Los efectos de la concentración de la cartera crediticia tienen un impacto muy relevante en los consumos de capital que no se recoge en los requerimientos de Pilar 1, siendo por tanto básica su consideración a los efectos del Proceso de Autoevaluación de Capital en el Pilar 2.

Considerar la concentración tiene un efecto dispar entre entidades, suponiendo un incremento significativo de los requerimientos de capital en aquellas con carteras muy concentradas y, por contra, una importante disminución en aquellas con carteras diversificadas (por ejemplo, en el caso de la diversificación geográfica de las entidades multinacionales).

A continuación se detalla el impacto por cada tipo de concentración: nombre, sector de actividad, geográfica y segmento de riesgos.

### Concentración por nombre

La concentración por nombre deriva de las mayores exposiciones que tiene una entidad frente a sus clientes, siendo más relevante en las carteras de Grandes Empresas<sup>22</sup>. En las simulaciones realizadas se obtiene un aumento, frente al capital regulatorio, de un 20% de los requerimientos de capital bajo supuestos de concentración medios observados en estas carteras.

### Concentración sectorial

Las estimaciones de correlación para cada sector de actividad pueden ser significativamente diferentes entre sí, tal y como se observa en las estimaciones realizadas con datos del Sistema Financiero Español. En cambio, las correlaciones regulatorias no dependen del sector sino de la PD y el tamaño de la contraparte. Por tanto, no se puede garantizar a priori que las estimaciones regulatorias recojan adecuadamente la correlación sectorial en las estimaciones de capital.

No obstante, el análisis realizado concluye que en términos globales los requerimientos de capital regulatorio son suficientes para una cartera de Empresas con una distribución sectorial similar a la del Sistema Financiero Español. Sin embargo, dada la distinta contribución relativa de los diferentes sectores, para carteras con una estructura significativamente diferente a la del sistema pudieran no serlo, especialmente en entidades con mayor concentración en los sectores inmobiliario y construcción.

### Concentración geográfica

El ejercicio realizado analiza la concentración geográfica para la cartera de Hipotecas (que tiene un carácter más local que la cartera de Empresas), observando que la concentración regional puede resultar penalizadora y tiene un impacto desigual entre regiones, con diferencias relativas de consumo de capital incluso superiores al 50% (bajo la hipótesis de concentrar toda la cartera en una única comunidad).

### Concentración por segmento de riesgos

Por último, la diferente distribución de la cartera crediticia en los diferentes segmentos de riesgos puede tener asimismo un impacto significativo en los requerimientos de capital del modelo económico. Nótese que el tratamiento regulatorio considera los segmentos de manera independiente, sin tener en cuenta la posible concentración o diversificación a cada uno de ellos.

El impacto de la diversificación entre las carteras de Hipotecas y Empresas significa una disminución de los requerimientos de capital en el modelo económico del orden del 5% bajo las hipótesis de correlación utilizadas. No obstante, es previsible que dicho impacto fuera significativamente diferente en la medida en que se incluyesen carteras adicionales o variase la representatividad de las mismas<sup>23</sup>.

### Método estándar (Pilar 1)

Las cifras de requerimientos de capital por el método Estándar son, en términos generales, más conservadoras que las obtenidas por el método IRB, e incluso superiores a las obtenidas al elevar el nivel de confianza del 99,9% al 99,97%.

Esto hace que, en la mayor parte de los análisis planteados, el capital estimado por el método estándar sea suficiente para cubrir los diferentes escenarios e hipótesis utilizados, con la excepción de los efectos de la LGD estocástica y la concentración.

No obstante, la ausencia de parámetros de riesgo en este enfoque en comparación con el método IRB hace que la cifra de requerimientos de capital sea mucho menos sensible a la calidad crediticia de la cartera o al momento del ciclo económico en el que nos encontremos. Lo anterior pudiera reflejarse en una calibración o actualización periódica de las ponderaciones de riesgo del método estándar por el regulador.

<sup>22</sup>En el estudio se entiende Gran Empresa una empresa con facturación superior a 100 millones de euros.

<sup>23</sup>En particular, se ha estimado la hipótesis de considerar completamente independientes ambas carteras, obteniéndose un impacto en el capital de una disminución del 20%.

# Información utilizada



Para los análisis empíricos se emplean dos carteras ficticias correspondientes a Hipotecas y Empresas<sup>24</sup>, geográficamente distribuidas, y sin operaciones en mora, representando la cartera de Empresas el 51,85% de la exposición total y la de Hipotecas el 48,15%.

Las carteras se han construido a partir de información pública<sup>25</sup>, información de Banco de España, análisis sectoriales y la experiencia y conocimiento del sector de Management Solutions. De esta forma, los datos relativos a los parámetros de riesgo se han obtenido mediante la asunción de distribuciones calibradas con el objetivo de elaborar carteras representativas del Sistema Financiero Español para estos segmentos a los efectos del estudio.

De esta manera, se pretende que los resultados obtenidos en las pruebas realizadas puedan ser comparables o extrapolables a los que se obtendrían con carteras reales de Hipotecas y Empresas de entidades españolas.

En la Figura 1 se muestra una tabla resumen con estadísticos de los principales parámetros de riesgo de la cartera de Hipotecas utilizada en los análisis<sup>26</sup>.

<sup>24</sup>La cartera de Empresas recoge inversión crediticia de clientes Personas Jurídicas con una facturación inferior a 100 millones de euros.

<sup>25</sup>Por ejemplo Informes con Relevancia Prudencial (Pilar 3).

<sup>26</sup>Se muestra para cada cartera la PD TtC: probabilidad de incumpliendo ajustada al ciclo; la EAD: exposición en el default estimada en euros; LGD Longrun (LR): severidad media del ciclo; LGD Downturn (DT): severidad en un momento de estrés; el tiempo al vencimiento, y en el caso de Hipotecas también el *loan to value* (LTV) que es el cociente entre el valor del préstamo y el precio de la garantía.

Figura 1: Resumen estadístico de la cartera de Hipotecas

	PD	EAD	LGD LR	LGD DT	Tiempo a vcto	LTV
Media	4,45%	96.000	8,66%	12,95%	16,12	60,43%
Desviación típica	11,20%	102.285	1,00%	2,83%	9,21	24,85%
Mínimo	0,03%	100	7,50%	10,00%	0,01	0,50%
Percentil 5	0,15%	8.000	7,50%	10,00%	2,25	14,50%
Percentil 25	0,55%	35.000	8,00%	11,00%	9,00	45,00%
Mediana	1,50%	70.000	8,50%	13,00%	15,00	65,00%
Percentil 75	2,80%	130.000	8,50%	13,00%	23,50	79,50%
Percentil 95	20,00%	250.000	11,50%	18,00%	32,00	95,00%
Máximo	60,00%	2.200.000	15,00%	23,00%	40,00	150,00%
Asimetría	4,55	5,25	2,51	1,33	0,23	-0,14
Curtosis	23,92	66,29	8,43	5,05	2,13	3,28

Se observa que el tiempo a vencimiento de la cartera de Hipotecas es elevado, y los parámetros de riesgo como la PD o la LGD son relativamente bajos. Asimismo, la cartera tiene una concentración, medida a través del índice HHI<sup>27</sup> = 0,02%.

Se produce una concentración de operaciones con LTV cercanas al 80%, que hace que aunque en el percentil 75 la LTV sea del 79,50%, dicha LTV no sea superior al 80%<sup>28</sup> hasta el percentil 84, teniendo sólo el 16% de las carteras una LTV superior al 80%.

La pérdida esperada de la cartera de Hipotecas es de 0,64%.

La cartera de Empresas utilizada en los análisis incluye diferentes productos (préstamos, tarjetas, líneas de crédito, etc.) y presenta una concentración de HHI = 0,17%, más alta que la cartera de Particulares.

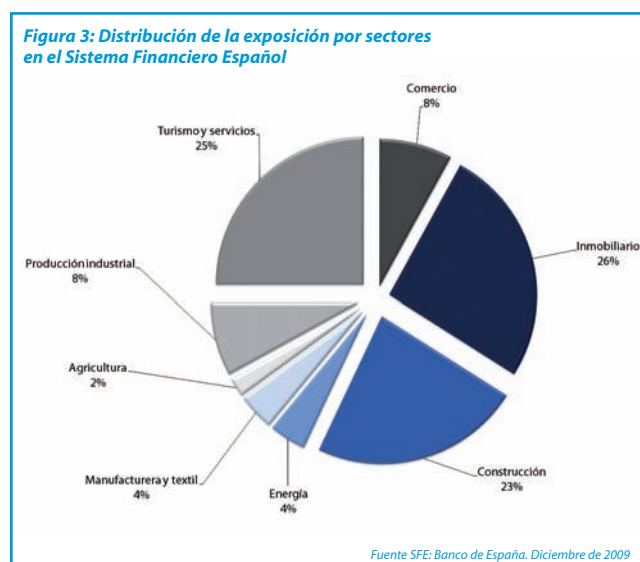
La Figura 2 muestra una tabla resumen con estadísticos de los principales parámetros de riesgo de la cartera de Empresas utilizada.

<sup>27</sup>Índice para medir la concentración, toma valores entre 0% (sin concentración) y 100% (concentración máxima). Ver Índice de Herfindahl en el apartado de Metodología.

<sup>28</sup>El valor del bien, y por tanto la LTV, son de especial interés en la estimación de requerimientos de capital por el método estándar, en el cual, el tramo de exposición por encima del 80% del valor del bien en garantía, tiene una mayor ponderación por riesgo, pasando del 35% al 100% e incluso al 150% para el monto de exposición superior al 95% del valor del bien.

La cartera de Empresas presenta un tiempo a vencimiento bajo y, como es de esperar, parámetros de riesgo superiores a los de Hipotecas. Su pérdida esperada es de 2,51%.

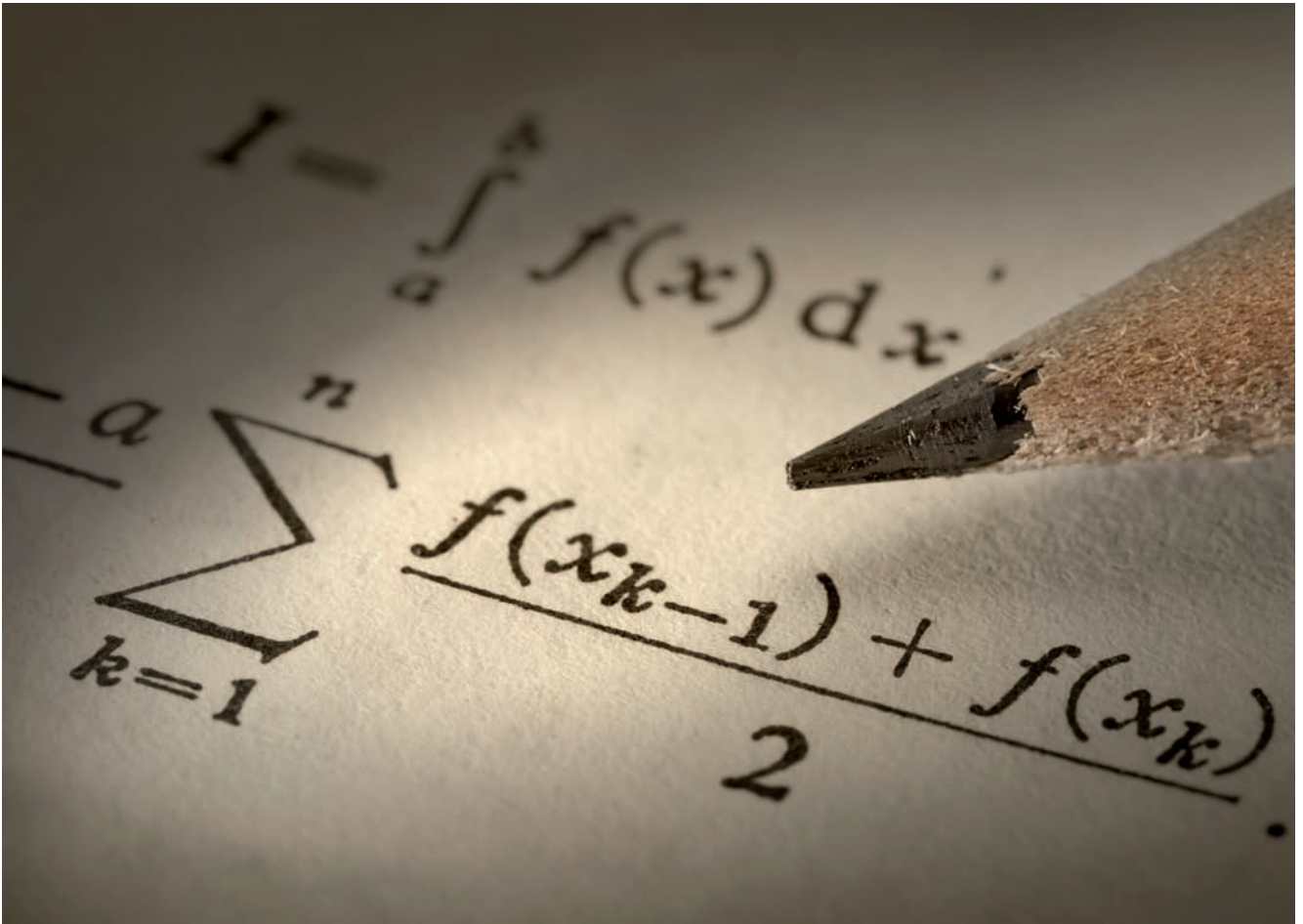
La exposición de la cartera de Empresas se clasifica en ocho sectores de actividad en una proporción similar a la del Sistema Financiero Español, la cual se muestra a continuación:



**Figura 2: Resumen estadístico de la cartera de Empresas**

	PD	EAD	LGD LR	LGD DT	Tiempo a vcto	Facturación
Media	5,25%	440.000	28,45%	41,35%	1,93	19.000.000
Desviación típica	11,42%	1.773.906	7,44%	10,82%	2,71	18.099.405
Mínimo	0,03%	100	15,00%	22,00%	0,01	20.000
Percentil 5	0,07%	2.000	16,00%	25,00%	0,07	465.000
Percentil 25	0,70%	25.000	21,00%	30,00%	0,30	7.000.000
Mediana	1,55%	90.000	32,00%	45,00%	0,90	13.500.000
Percentil 75	5,30%	250.000	32,00%	45,00%	2,50	24.000.000
Percentil 95	20,00%	1.800.000	40,00%	60,00%	5,00	60.000.000
Máximo	70,00%	45.000.000	40,00%	60,00%	32,00	100.000.000
Asimetría	5,15	13,55	-0,13	-0,13	3,81	1,81
Curtosis	35,27	258,49	2,05	2,05	27,38	6,55

# Metodología



## Introducción

Para realizar el análisis comparativo entre el modelo regulatorio y el modelo de capital económico comentado anteriormente, es necesario profundizar en distintos aspectos metodológicos que permitan cuantificar los escenarios e hipótesis establecidas.

Para realizar el estudio se utiliza un modelo de capital económico por riesgo de crédito basado en metodologías comúnmente utilizadas con el objetivo de que el estudio sea transparente.

Al igual que en un modelo de pérdida clásico, el cálculo del capital del modelo se basa en los parámetros de riesgo PD, EAD y LGD. Estos parámetros tienen un comportamiento en principio estocástico, cuya aleatoriedad puede deberse a factores específicos y sistémicos.

En este apartado se detallan los aspectos metodológicos más relevantes considerados en el cálculo de la distribución de pérdidas en las pruebas realizadas. Dichos aspectos son los siguientes:

- ▶ Modelo base: se define un modelo inicial sobre el cual se van considerando diferentes escenarios e hipótesis con el objetivo de cuantificar su impacto en términos de capital.

La distribución de pérdidas del modelo base se genera mediante una simulación de Monte Carlo de un millón de escenarios con incumplimientos generados de manera estocástica, con parámetro promedio la probabilidad de *default*. La realización de un incumplimiento depende de un factor sistémico (estado de la economía) y un factor idiosincrásico.

Se valida mediante una prueba numérica la estabilidad de los resultados obtenidos por el modelo.

- ▶ Severidad estocástica: se define la metodología para considerar la volatilidad de la LGD, y la correlación entre PD y LGD.
- ▶ Migración de *rating*: se define la metodología para incluir el efecto de las migraciones de *rating* a un año para capturar la pérdida derivada del empeoramiento crediticio de operaciones de plazo mayor a un año.
- ▶ Medición de la concentración:
  - Se define el Índice de Herfindahl (HHI) como estadístico para medir el nivel de concentración de una unidad crediticia.
  - Se define la metodología de estimación de las correlaciones entre activos crediticios.

A continuación se detallan los aspectos metodológicos mencionados:

### Modelo base

El cálculo de la distribución de pérdidas del modelo base se realiza mediante Monte Carlo y se fundamenta en un enfoque tipo Vasicek<sup>29</sup> para el incumplimiento, y en la consideración de la severidad como constante e igual a la LGD *downturn*.

El modelo de Vasicek define una expresión para la PD condicionada a un escenario sistémico y se deriva de la aproximación de Merton. Así, la capacidad de pago de una contraparte se representa como una variable aleatoria  $v$  con distribución  $Normal(0,1)$ . El incumplimiento de una contraparte ( $I_i=1$ ) se observa cuando esta capacidad de pago cae por debajo de un umbral que es función de la PD TtC de la contraparte:

$$I_i = 1 \text{ cuando } v < N^{-1}(pd_i) \tag{1}$$

La variable  $v$  puede ser descompuesta en un factor sistémico  $z$  común para todas las contrapartes y un factor específico  $y_i$  dependiente de cada contraparte, de forma que:

$$I_i = 1 \text{ cuando } \sqrt{\rho_i} z + \sqrt{1-\rho_i} y_i < N^{-1}(pd_i) \tag{2}$$

Condicionando esta expresión al valor del factor sistémico y despejando el factor específico se obtiene la expresión de Vasicek para el incumplimiento de la contraparte  $i$ , que incumple si:

$$u_i < pd_i^z = N\left(\frac{N^{-1}(pd_i) - \sqrt{\rho_i} z}{\sqrt{1-\rho_i}}\right) \tag{3}$$

Donde:

$pd_i$  : PD TtC de la contraparte  $i$ .

$\rho_i$  : Correlación intraunidad de la contraparte  $i$ . En el modelo base se utiliza la correlación regulatoria.

$z$  : Factor sistémico (común para todas las contrapartes) distribuido  $N(0,1)$ .

$u_i$  : Factor específico de la contraparte  $i$ , distribuido uniformemente en el intervalo  $[0,1]$ .

La ecuación (1) define una variable aleatoria Bernoulli de parámetro  $pd_i^z$ . Esto es, el incumplimiento es una variable dicotómica con valores 0 ó 1. La frecuencia con la que se realiza un 1 viene dada por el parámetro  $pd_i^z$ .

Dado lo anterior, la distribución de pérdidas por Monte Carlo para el cálculo base puede escribirse como:

$$L = \sum_{i=1}^N Ber(pd_i^z) ead_i lgd_i \tag{4}$$

Donde :

$N$  : Número de contrapartes de la unidad.

$ead_i$  : EAD de cada contraparte.

$lgd_i$  : LGD DT de cada contraparte.

Este modelo calcula por tanto la distribución de pérdidas de forma consistente con el enfoque IRB, evolucionándolo al considerar el incumplimiento de cada contraparte, sin asunciones de infinita granularidad.

<sup>29</sup>Al igual que la expresión que determina la cifra de capital en la aproximación IRB.

A partir de la distribución de pérdidas, el capital al nivel de confianza  $\alpha$  se calcula sin más que restar al percentil del nivel considerado la pérdida esperada:

$$\text{Capital}^\alpha(L) = \text{Percentil}^\alpha(L) - \text{Media}(L) \quad (5)$$

### Simulación de Monte Carlo

Las distribuciones de pérdidas se obtienen en todos los casos por simulación de Monte Carlo. El esquema general de cálculo es el siguiente:

1. Simulación de los factores sistémicos.
2. Condicionamiento de los parámetros al escenario sistémico.
3. Cálculo de la pérdida de cada contraparte bajo el escenario.
4. Pérdida del conjunto de la unidad bajo el escenario.
5. Repetición del proceso anterior para el número de simulaciones consideradas<sup>30</sup>.

### Prueba de estabilidad de Monte Carlo

Aunque la simulación de Monte Carlo es una herramienta muy potente, posee cierta variabilidad inherente, dado que reproduce el comportamiento de variables que no son deterministas. Por ello es importante validar que el número de simulaciones propuesto redunde en la estabilidad de los resultados obtenidos.

Para conseguir esto, se analiza la estabilidad de los resultados obtenidos con el modelo base, identificando el error de realización que se comete cuando se simula la distribución de pérdidas de la cartera correspondiente.

Se efectúan 10 lanzamientos del modelo base sobre ambas carteras y se calcula capital para los dos niveles de confianza considerados. Posteriormente se analizan medidas de volatilidad de las cifras obtenidas.

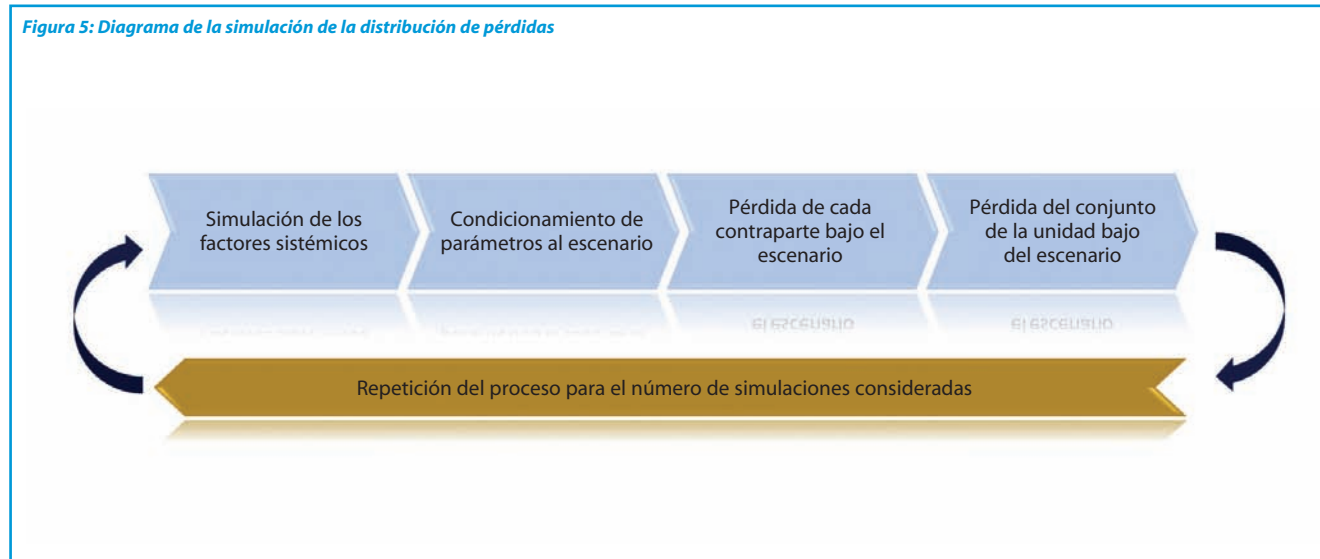
### Análisis y conclusiones

Estos son los datos obtenidos en la prueba de estabilidad:

Figura 4: Resultados de la prueba de estabilidad

Escenario	Hipotecas		Empresas	
	99,9%	99,97%	99,9%	99,97%
1	2,05%	2,47%	5,65%	6,76%
2	2,04%	2,48%	5,60%	6,63%
3	2,04%	2,47%	5,64%	6,67%
4	2,04%	2,50%	5,60%	6,75%
5	2,02%	2,44%	5,64%	6,77%
6	2,04%	2,48%	5,59%	6,66%
7	2,03%	2,49%	5,61%	6,68%
8	2,02%	2,48%	5,69%	6,76%
9	2,02%	2,47%	5,61%	6,77%
10	2,04%	2,49%	5,60%	6,73%
Media	2,03%	2,48%	5,62%	6,72%
Máx-Mín	0,02%	0,05%	0,10%	0,14%
Desviación típica / Media	0,43%	0,62%	0,56%	0,79%

<sup>30</sup>Todas las simulaciones se efectuarán considerando 1.000.000 de escenarios.



Como se aprecia, la elección de 1.000.000 de simulaciones es suficiente para garantizar la estabilidad de la simulación de Monte Carlo, siendo la máxima diferencia de consumo de capital entre simulaciones, de un 0,14% para Empresas, calculando el capital al 99,97%. Estas diferencias, debidas a la aleatoriedad de la simulación, no son significativas y carecen de impacto sobre las pruebas.

### Severidad estocástica

El cálculo de la distribución de pérdidas con severidad estocástica supone una extensión del modelo base, de forma que la severidad de cada contraparte, que era asumida constante, es ahora una variable aleatoria (*v.a.*).

Se define la LGD estocástica de cada contraparte como:

$$lgd_i^w = N\left(\frac{N^{-1}(lgd\_lr_i) - \sqrt{\alpha_i} w}{\sqrt{1 - \alpha_i}}\right) \tag{6}$$

Donde:

- $lgd\_lr_i$  : LGD LR de la contraparte *i*.
- $\alpha$  : Sensibilidad de la LGD al componente sistémico de cada contraparte (se asume constante para todas las contrapartes). Se cumple que:  $0 < \alpha < 1$ .
- $w$  : Factor sistémico con impacto en la LGD. Es común para todas las contrapartes y se distribuye según una  $N(0, 1)$ .

Además, *z* (factor sistémico de la PD) y *w* (factor sistémico de la LGD) tienen una correlación *k*.

Este enfoque para la LGD estocástica emplea una relación funcional entre severidad y componente sistémico similar a la propuesta para la PD, y permite incorporar la correlación entre ambos parámetros a partir del coeficiente *k*. Si bien existen en la literatura otras alternativas para la modelización de la severidad aleatoria, siendo la elección de la distribución Beta la más difundida, la aproximación escogida cuenta con dos ventajas significativas:

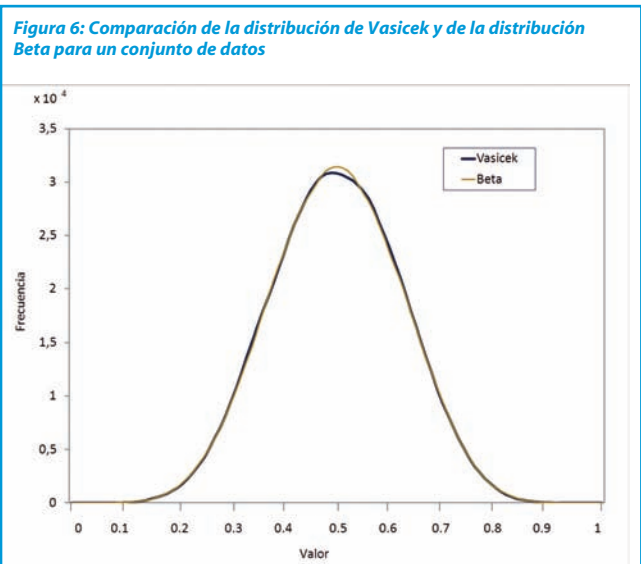
- ▶ Permite fijar la media de la distribución en la LGD Long Run.
- ▶ Facilita incorporar la correlación entre la PD y la LGD a partir de la correlación entre los factores *z* y *w*.

Además, su forma es similar a la de la distribución Beta, como puede apreciarse en la Figura 6, en el que se han ajustado las distribuciones de Vasicek y la Beta al mismo conjunto de datos:

La estimación de  $\alpha$  y *k* puede efectuarse a partir de series históricas de LGD (en el caso de  $\alpha$ ) y de series históricas de LGD y PD (en el caso de *k*).

A partir de esta aproximación para la LGD estocástica, la distribución de pérdidas para una cartera vendrá dada por:

$$L = \sum_{i=1}^N Ber(pd_i^z) ead_i lgd_i^w \tag{7}$$



## Migración de rating

En los enfoques anteriores la distribución de pérdidas recogía un enfoque de incumplimiento a un año, de forma que el riesgo contemplado era el de que las contrapartes incumplieran durante dicho periodo.

En un enfoque de valor de mercado<sup>31</sup>, la distribución de pérdidas recoge la pérdida asociada al cambio en el valor de una contraparte como consecuencia de un empeoramiento de su calidad crediticia en el horizonte de un año.

De esta forma, si  $V(i, r)$  es el valor de las posiciones de una contraparte  $i$ , si su *rating* (calidad crediticia) es  $r$ , entonces la pérdida asociada a dicha contraparte a un horizonte de un año vendrá dada por:

$$L_i = V(i, r_f) - V(i, r_i) \quad (8)$$

Donde:

$i$  : Posiciones con la contraparte  $i$  al final del año.

$r_f$  : *Rating* al final del año.

$r_i$  : *Rating* al comienzo del año.

El paso del *rating* inicial al final viene dado por una matriz de migración  $M$  de tamaño  $s$ , siendo  $s$  el número de *ratings* posibles (incluyendo el de *default*).  $M(i, j)$  es la probabilidad de migrar del *rating*  $i$  al *rating*  $j$ . Es razonable asumir que estas probabilidades son cambiantes con el ciclo, aun cuando los *ratings* sean TtC, por lo que es conveniente introducir en  $M$  la influencia sistémica.

Una vez obtenida la pérdida para cada contraparte según (8), la pérdida para el conjunto de la cartera viene dada por:

$$L = \sum_{i=1}^N L_i = \sum_{i=1}^N (V(i, r_f) - V(i, r_i)) \quad (9)$$

Por tanto, para obtener la distribución de pérdidas en un enfoque de valor de mercado es necesario definir:

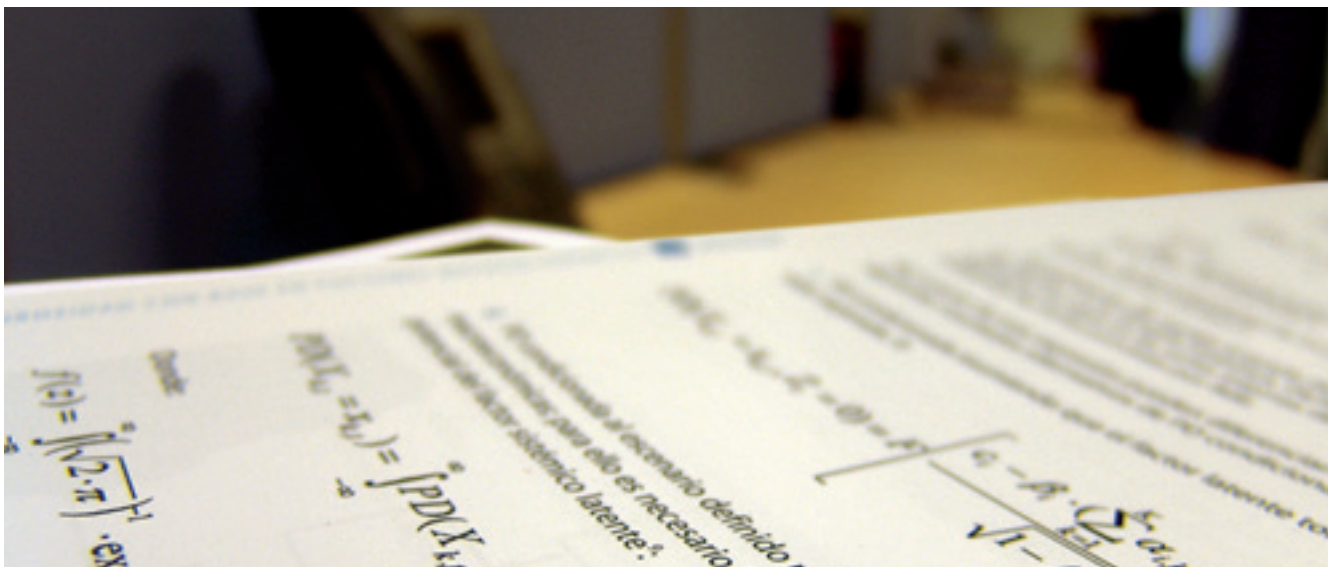
- ▶ Una función  $V(i, r)$ , que permita calcular el valor de toda posición de cada contraparte en función del *rating*.
- ▶ Una matriz de migración  $M$ , que además recoja la influencia sistémica.

La función  $V(i, r)$  propuesta se define en función del plazo de la operación, su EAD y bajo un esquema de amortización por cuotas periódicas<sup>32</sup>.

En lo referente a la inclusión de la influencia sistémica en la matriz de migración, se ha asumido un enfoque de condicionamiento, de forma que las probabilidades de migración son perturbadas en función del escenario sistémico, mejorando la probabilidad de migrar a un *rating* mejor en escenarios positivos y empeorándola en escenarios negativos, siempre manteniendo que la suma de las probabilidades por filas de la matriz de migración sea igual a 1.

<sup>31</sup>El enfoque de valor de mercado es recogido en varias soluciones comerciales como *Creditmetrics* o *CreditPortfolioView*.

<sup>32</sup>En función del plazo de la operación, se recorren las cuotas restantes hasta el vencimiento descontando cada cuota a valor presente con un *spread* determinado por el *rating* final.





### Medición de la concentración

#### Índice Herfindahl (HHI)

Para medir la concentración se utiliza el Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI)<sup>33</sup>, que se define como:

$$HHI = \frac{\sum_i (ead_i)^2}{\left(\sum_i ead_i\right)^2} \tag{10}$$

Con esta definición se puede comprobar que las carteras infinitamente granulares tienen  $HHI = 1/N$ , donde  $N$  es el número de contrapartes en cada unidad, mientras que en el caso en que existiera una contraparte que acumulara toda la exposición se obtendría que el  $HHI$  es 1 (y 100% en términos porcentuales).

La utilidad del índice  $HHI$  radica en la comparación entre el grado de concentración de diferentes carteras, de modo que cuanto más alta sea la concentración más altos serán los valores que tome este índice, que valdrá a lo sumo 1.

Como referencia, la cartera de Hipotecas de particulares con la que se ha trabajado tiene un índice  $HHI = 0,02\%$ , la cartera de Empresas presenta un  $HHI = 0,17\%$ , y una cartera de Grandes Empresas puede tener un  $HHI$  cercano a 3,5%, aunque el  $HHI$  para la cartera de empresas de mayor tamaño puede tener cierta volatilidad dependiendo de las grandes posiciones que se tengan en cada momento.

#### Correlación de activos

##### Correlación dentro de una cartera (correlación intraunidad)

Para calcular la correlación de una cartera, se han aproximado las probabilidades de incumplimiento  $pd^{z(t)}$  dado un estado de la economía  $z(t)$  por las tasas de incumplimiento anualizadas de la cartera  $ti_i$ :

$$ti_i \approx pd^{z(t)} = N \left( \frac{N^{-1}(pd) - \sqrt{pd^{z(t)}}}{\sqrt{1-\rho}} \right) \tag{11}$$

De la expresión anterior es posible despejar  $\rho$  :

$$\rho \approx \frac{Var\left\{N^{-1}(ti_i)\right\}_{i \in I}}{1 + Var\left\{N^{-1}(ti_i)\right\}_{i \in I}} \tag{12}$$

##### Correlación entre diferentes carteras (correlación interunidad)

Para obtener el capital agregado de varias carteras se ha optado por un enfoque de correlación factorial. De esta forma, la distribución de pérdidas de la cartera  $j$  se obtiene, como se expuso en (4) como:

$$L_j = \sum_{i=1}^{N_j} Ber\left(pd_i^{z(j)}\right) ead_i lgd_i \tag{13}$$

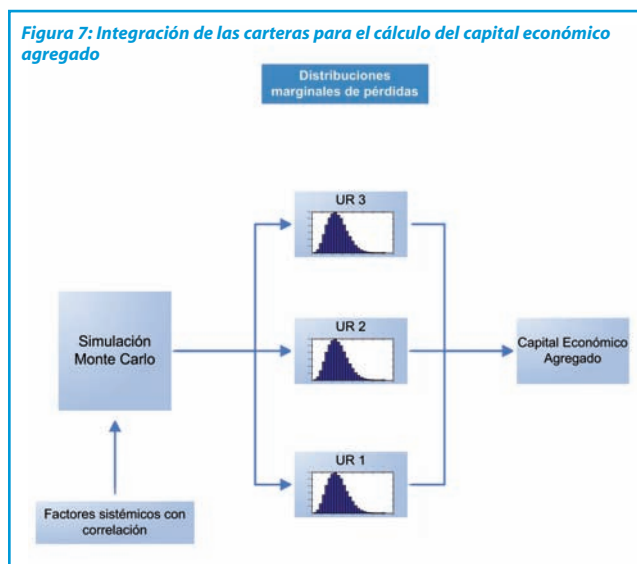
Donde  $z(j)$  es el factor sistémico de la cartera  $j$  y sigue una distribución Normal(0,1). La matriz de correlaciones entre los factores  $z(j)$  viene dada por  $\Omega$  y puede calibrarse con series históricas de tasas de incumplimiento<sup>34</sup>.

Este enfoque permite incorporar la correlación interunidad de forma natural a partir de la estructura factorial.

<sup>33</sup>Utilizado por Banco de España para la estimación de los recargos de concentración de nombre y sectorial en el marco del Proceso de Autoevaluación de Capital.

<sup>34</sup>Hasta la fecha, es práctica común la estimación de estas correlaciones mediante la reconstrucción histórica, vía regresión macroeconómica, de las series históricas de tasas de incumplimiento. Por simplicidad, en este análisis se estiman las correlaciones de manera empírica a través de los incumplimientos históricos de las carteras de Hipotecas y Empresas.

Figura 7: Integración de las carteras para el cálculo del capital económico agregado



# Ejercicios realizados y análisis de resultados



En esta sección se recoge el detalle de los análisis de consumo de capital realizados, así como las conclusiones de los mismos. Dichos análisis tienen como base el modelo o modelo de capital económico y las carteras de Hipotecas y Empresas que se han descrito anteriormente.

Los resultados obtenidos serán más o menos representativos de los que se obtendrían para otras carteras en función de su similitud con las carteras en estudio, si bien los resultados de los análisis realizados podrían ser de utilidad independientemente de las carteras utilizadas. En todo caso, se considera que podría ser de interés replicar algunas de estas pruebas de manera interna por las entidades en su Proceso de Autoevaluación de Capital (Pilar 2).

Los ejercicios contenidos en la sección cubren los siguientes aspectos:

- ▶ Escenario base: es el cálculo de referencia y, entre otros aspectos, sirve para realizar una primera comparativa entre las estimaciones del modelo y las regulatorias. También sirve para medir la sensibilidad de los requerimientos de capital ante cambios en el nivel de confianza y, por tanto, al nivel de solvencia.
- ▶ Ajuste al ciclo: las estimaciones de capital utilizan estimaciones de probabilidad de incumplimiento promedio del ciclo de las operaciones y clientes. El análisis realizado mide el impacto de considerar desviaciones en la estimación de la probabilidad de incumplimiento media de las carteras considerando un ciclo económico completo bajo diferentes hipótesis.
- ▶ Prociclicidad: el cambio de ciclo ha supuesto en los modelos internos de algunas entidades un incremento del consumo de capital que excede al derivado del empeoramiento real de la calidad crediticia (efecto denominado "prociclicidad"). El análisis realizado pretende medir el impacto en el consumo de capital de algunas de las propuestas existentes para mitigar este efecto.
- ▶ LGD estocástica: en el cálculo de capital regulatorio se utiliza una LGD estresada o *downturn* representativa de la pérdida en el peor momento del ciclo. El análisis realizado mide el impacto de considerar que la Severidad, a diferencia del modelo regulatorio, no es estática ni independiente de la probabilidad de incumplimiento. En particular, el estudio considera la volatilidad de la LGD y la correlación entre la PD y LGD (independientes en el modelo regulatorio).

- ▶ Migración de *rating*: la pérdida por riesgo de crédito (y por tanto su consumo de capital) no sólo se da como consecuencia del incumplimiento, sino también por el deterioro de la calidad crediticia de los activos. El análisis realizado mide el impacto en el consumo de capital de considerar migraciones de *rating* entre niveles de calificación como extensión al modelo regulatorio de *default/no default*<sup>35</sup>.
- ▶ Concentración: el nivel de concentración impacta directamente en el consumo de capital, aumentando dicho consumo en carteras concentradas y disminuyendo en carteras diversificadas. Sin embargo, siendo un aspecto fundamental de la gestión del riesgo de crédito, no tiene reflejo en los requerimientos de Pilar 1<sup>36</sup>, por lo que resulta de interés estimar su impacto en capital. En concreto se analiza la concentración por nombre o de exposiciones, la sectorial, la geográfica y por segmentos de riesgos.
- ▶ Escenario general: este análisis recoge, finalmente, el impacto consolidado de los diferentes efectos considerados anteriormente de manera individual.

A continuación se detallan cada uno de los análisis realizados:

## Escenario base

### Descripción y objetivos

Se comparan las cifras regulatorias por el método IRB y el estándar con las proporcionadas por el modelo base descrito anteriormente. Asimismo, en el caso del método IRB se muestra el cálculo de capital sin considerar el efecto por vencimiento del cálculo regulatorio con el objetivo de poder comparar más fácilmente los diferentes modelos de capital.

La simulación que se emplea en el modelo base recoge de modo completo el riesgo de concentración por nombre de la cartera, por lo que es de esperar que muestre diferencias mayores en la cartera de Empresas que en la de Hipotecas.

### Análisis y conclusiones

En la Figura 8 que se presenta a continuación se detallan los consumos de capital por exposición obtenidos para la prueba base:

Figura 8: Consumos de capital por exposición en la prueba base

	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanz. sin vencim.	99,9%	99,97%
Hipotecas	2,93%	2,03%	2,03%	2,02%	2,47%
Empresas	7,42%	6,75%	5,49%	5,61%	6,78%

Se observa cómo con la simulación por Monte Carlo al 99,9% se obtienen cifras de consumo de capital en línea con el método IRB avanzado, si bien es en Hipotecas donde existen mayores similitudes entre ambas estimaciones. En Empresas, el motivo por el cual los requerimientos de capital por el método IRB avanzado son superiores a los de Monte Carlo a un nivel de confianza 99,9%<sup>37</sup> es porque el método IRB avanzado para Empresas aplica un ajuste por vencimiento, mientras que en Hipotecas no se considera. De hecho, si se calcula capital para Empresas por IRB avanzado pero no ajustando por vencimiento, se obtiene un consumo del 5,49%, el cual es similar al 5,61% obtenido por Monte Carlo, aunque ligeramente inferior a éste debido a que el Monte Carlo recoge la concentración de la cartera de Empresas.

Esto no sucede en Hipotecas donde, como se ha dicho, se obtienen resultados prácticamente iguales en IRB avanzado que en simulación de Monte Carlo al 99,9%, debido a la infinita granularidad de esta cartera, que asegura teóricamente la convergencia entre ambas metodologías.

El consumo de capital es significativamente inferior en Hipotecas que en Empresas, debido fundamentalmente a que los parámetros de riesgo de Hipotecas son menores.

Por otro lado, se observa cómo elevar el nivel de confianza del 99,9%, que es el regulatorio, al 99,97% que es el normalmente asociado a un *rating* AA, significa un incremento del consumo de capital del 20%.

<sup>35</sup>Este efecto se aproxima en el modelo regulatorio del Segmento Empresas mediante el ajuste por vencimiento incluido en la fórmula de capital, de tal forma que el consumo de capital es mayor en las operaciones de mayor plazo (aumenta el riesgo de migración de *rating*).

<sup>36</sup>En cambio, a los efectos de Pilar 2 se recoge una opción simplificada de cálculo de la concentración sectorial y por nombre. Asimismo, en la opción general (modelo interno) las entidades podrían considerar la concentración geográfica y por segmento de riesgos.

<sup>37</sup>El mismo razonamiento de por qué se obtienen a priori consumos de capital mayores por IRB avanzado que por Monte Carlo al 99,9%, aplicado aquí a la prueba base, se puede trasladar a otras pruebas que se presentarán a continuación.

## Ajuste al ciclo

### Descripción y objetivos

Las metodologías de ajuste al ciclo contienen implícitamente distintos errores en su estimación. Por ejemplo, en la estimación de la morosidad promedio de la cartera, incluso en las entidades más avanzadas, no se dispone de una serie histórica de tasas de incumplimiento que abarque un ciclo económico completo (según el estándar de mercado de considerar éste con inicio en 1991<sup>38</sup>). Esto obliga a reconstruir estas series utilizando diferentes metodologías, que suponen un error de estimación implícito que en algunos casos puede ser relevante. Asimismo, aspectos metodológicos sobre el ajuste al ciclo, como el modo en que la morosidad promedio del ciclo o tendencia central se asigna por tramo de *rating*, pueden aumentar el error en las estimaciones.

Con el fin de recoger la sensibilidad del capital a esta incertidumbre implícita, se propone analizar el impacto de modificar el ajuste al ciclo aplicado a la probabilidad de incumplimiento<sup>39</sup> en las estimaciones de requerimientos de capital.

Dado que el ajuste al ciclo define el nivel de las PD TtC, se aproximará el efecto de haber aplicado diferentes ajustes al ciclo multiplicando las PD por un coeficiente multiplicativo. Así, las PD TtC de ambas carteras son multiplicadas por el 80%, 90%, 100% (en este caso, el valor original), 110% y 125%, y para cada uno de estos ajustes se calculan el capital regulatorio y el del modelo base.

### Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

Figura 9: Consumos de capital por exposición de la prueba de ajuste al ciclo para Hipotecas

	Basilea II		Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	99,9%	99,97%
Hipotecas (80%)	2,93%	1,85%	1,86%	2,28%
Hipotecas (90%)	2,93%	1,94%	1,94%	2,39%
Hipotecas (100%)	2,93%	2,03%	2,02%	2,47%
Hipotecas (110%)	2,93%	2,11%	2,11%	2,60%
Hipotecas (125%)	2,93%	2,21%	2,22%	2,68%

Figura 10: Consumos de capital por exposición de la prueba de ajuste al ciclo para Empresas

	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanz. sin vencim.	99,9%	99,97%
Empresas (80%)	7,42%	6,21%	4,99%	5,15%	6,07%
Empresas (90%)	7,42%	6,50%	5,26%	5,33%	6,48%
Empresas (100%)	7,42%	6,75%	5,49%	5,61%	6,78%
Empresas (110%)	7,42%	6,99%	5,72%	5,86%	6,98%
Empresas (125%)	7,42%	7,29%	6,01%	6,13%	7,24%

Se aprecia como el método estándar es insensible a los diferentes ajustes al ciclo, dado que no emplea la PD en el cálculo de capital, proporcionando una cifra de capital constante independientemente del ajuste considerado. Sin

<sup>38</sup>Así, por ejemplo, la media de la tasa de mora mensual del Sistema Financiero Español varía desde un 1,48% para el periodo 2000-2009 a un 3,19% para el periodo 1990-2009, pasando por un 1,98% si la ventana escogida es 1996-2009.

<sup>39</sup>De igual manera se podría realizar sobre el parámetro de la LGD, puesto que ambos se ajustan al ciclo en su estimación.



Figura 11: Consumo de capital para Hipotecas según diferentes factores multiplicativos sobre la PD TtC

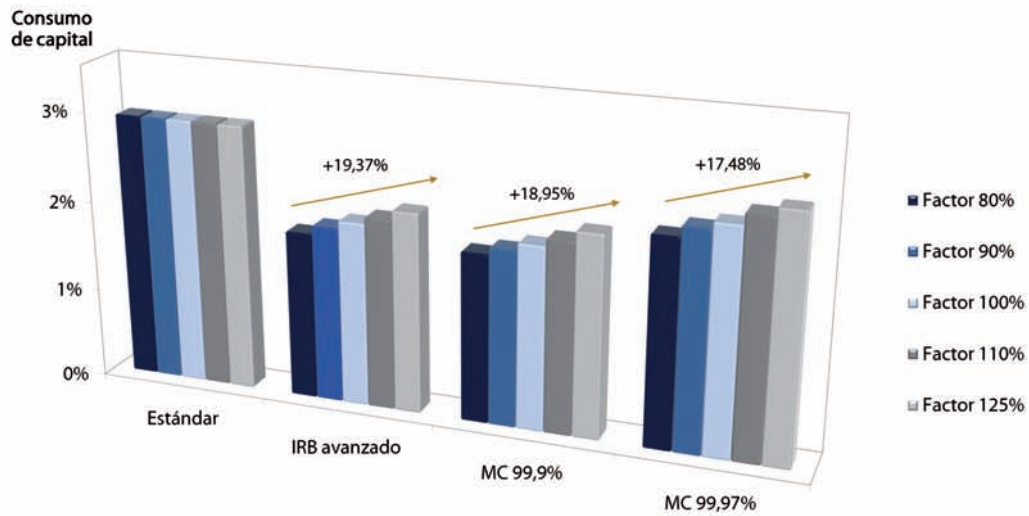
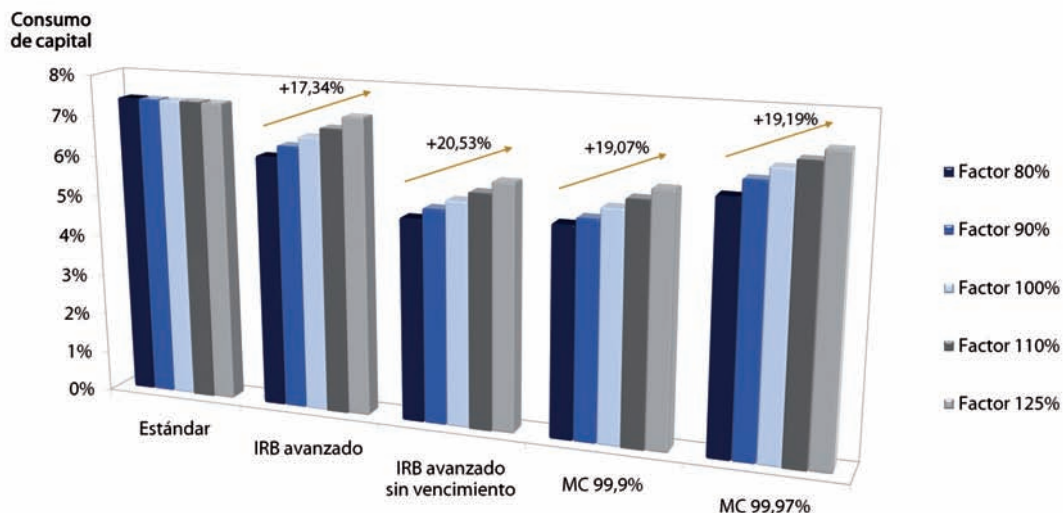


Figura 12: Consumo de capital para Empresas según diferentes factores multiplicativos sobre la PD TtC



embargo dichas estimaciones por el método estándar son superiores a las obtenidas por el método IRB y el modelo de capital económico incluso para los escenarios más severos.

A diferencia del método estándar, IRB y Monte Carlo se ven afectados por el ajuste al ciclo de la PD, aumentando en proporciones similares a medida que aumenta la PD TtC. Por ejemplo, en ambos casos un aumento del 25% en la PD significa un aumento del 9% en capital.

En general se observa cómo la sensibilidad del capital a variaciones en la probabilidad de incumplimiento no es lineal, teniendo las variaciones en dicha probabilidad un impacto en capital inferior a su propia variación.

## Proccicidad

### Descripción y objetivos

La prociclicidad se percibe en el hecho de que, en las condiciones actuales de deterioro económico, los modelos tienden a clasificar a las contrapartes en los peores niveles de *rating*, siendo las PDs de las carteras penalizadas en exceso. Este doble empeoramiento, de origen sistémico, supone una sensibilidad excesiva al ciclo económico, que puede derivar en un aumento elevado y repentino de los requerimientos de capital exigibles a las entidades, con las consiguientes implicaciones sobre la solvencia de las mismas y la concesión de crédito.

Por ello, los organismos reguladores se están planteando medidas para mitigar la prociclicidad en los modelos. En particular, el Comité de Basilea<sup>40</sup> está realizando un análisis de impacto de dos alternativas metodológicas:

- ▶ Emplear para el cálculo de los requerimientos mínimos de capital la PD media más alta observada históricamente por la entidad en cada tramo de *rating*, que puede entenderse como una PD *downturn*.
- ▶ Uso de una PD media histórica para cada tramo de *rating*, en línea con la propuesta de la FSA<sup>41</sup>.

En esta prueba se persigue analizar el impacto de una de las propuestas, a saber, el uso de la PD históricamente más alta empleada por la Entidad para cada tipo de exposición con el fin de aproximar dicha PD *downturn*.

Para ello se calculará capital económico utilizando una PD estresada. Dicha PD estresada es, según la información histórica disponible<sup>42</sup> y para el periodo 1991-2009, 2,86 veces superior a la probabilidad de incumplimiento promedio observada en dicho periodo.

### Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

**Figura 13: Consumo de capital por exposición con PD estresada**

	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB	IRB avanz. avanzado sin vencim.	99,9%	99,97%
Hipotecas Original	2,93%	2,03%	2,03%	2,02%	2,47%
Hipotecas PD estresada	2,93%	3,03%	3,03%	3,02%	3,62%
Empresas Original	7,42%	6,75%	5,49%	5,61%	6,78%
Empresas PD estresada	7,42%	9,28%	8,04%	8,16%	9,42%

Se observa como el uso de este ajuste multiplicativo conlleva un notable incremento del consumo de capital de un 50% en Hipotecas y un 45% en Empresas para Monte Carlo al 99,9%. Por tanto, la implantación de esta medida, que pretende una mayor suficiencia de capital para una mayor cobertura en caso de situaciones económicas adversas como la actual, conllevaría un aumento considerable de consumo de capital con respecto a los estándares de capitalización actuales.

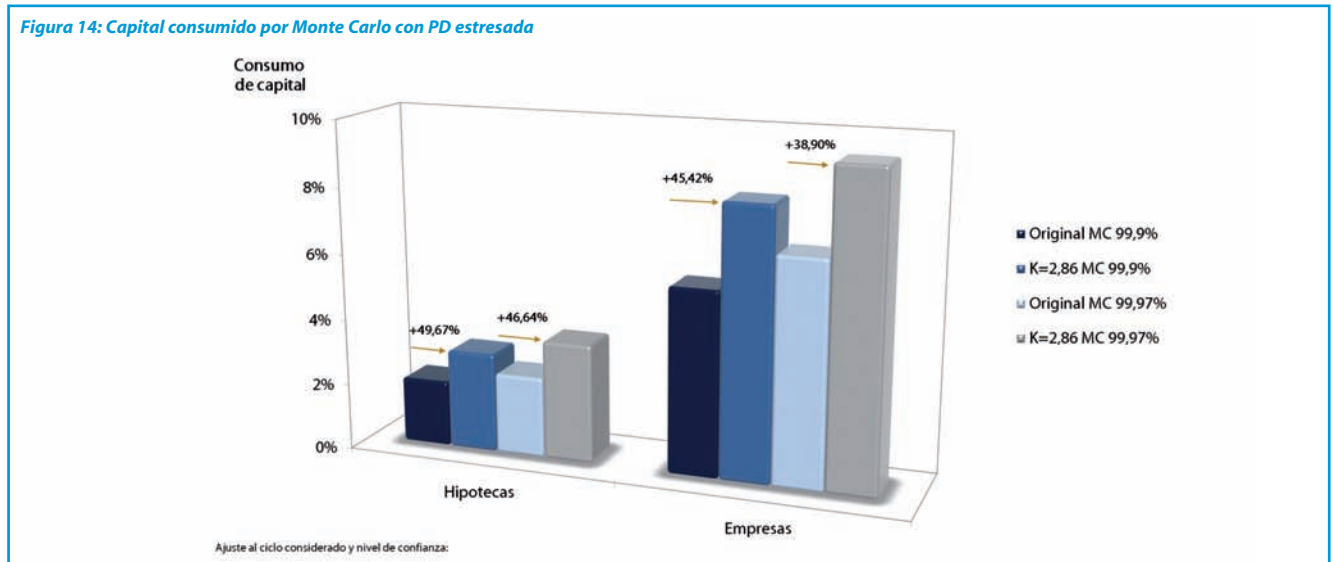
Estos resultados contrastan con los que se obtendrían al aplicar en la actualidad la alternativa de utilizar una PD media histórica por nivel de calificación, donde los requerimientos de capital bajarían respecto a los actuales, debido a que lo que se pretende en este caso es recoger únicamente el deterioro real de la cartera eliminando el efecto de la prociclicidad, que actualmente y como se ha comentado anteriormente tiene como efecto incrementar las PDs. Dicha variación en el consumo de capital depende del nivel de prociclicidad de los modelos de cada entidad, que será variable en función de las características del modelo.

<sup>40</sup>Sección II. 4 del documento consultivo "Strengthening the resilience of banking sector" del Comité de Basilea, del 17 de diciembre de 2009.

<sup>41</sup>Ver la nota "Variable Scalar Approaches to Estimating Through the cycle PDs" de la FSA, de febrero de 2009. En concreto, se propone una metodología denominada *Segmentation Based Proposal* (segmentos ortogonales) que consiste en realizar distintos calibrados y ajustes para los ejes acíclicos asociados a cada cartera.

<sup>42</sup>Fuente: Banco de España.

**Figura 14: Capital consumido por Monte Carlo con PD estresada**



## LGD estocástica

### Descripción y objetivos

El valor de las garantías de un préstamo puede sufrir cambios significativos desde el momento en el que el cliente entra en incumplimiento. Por ello, resulta de interés conocer el consumo de capital bajo un modelo de LGD estocástica, con especial atención a dos parámetros: la volatilidad de dicha LGD y su potencial correlación con la PD, pues ambos parámetros están relacionados con el ciclo económico.

El capital regulatorio y el obtenido por el modelo base para ambas carteras se compara con el obtenido con el modelo incorporando LGD<sup>43</sup> estocástica con los parámetros estimados a partir de la serie histórica, tanto originales como aumentados en +15% y -15%<sup>44</sup>, con el fin de analizar el impacto en la cifra de capital de la volatilidad de la LGD y de la correlación entre PD y LGD.

A continuación se exponen los parámetros de volatilidad de la LGD (en términos absolutos) y correlación de PD y LGD estimados a partir de las series históricas de las carteras construidas:

Figura 15: Factores de volatilidades<sup>45</sup> de LGD y correlaciones PD/LGD utilizadas

Carteras	Volatilidad de la LGD	Correlación PD/LGD
Hipotecas	3,21%	25,28%
Empresas	8,35%	29,72%

En concreto se realizan las siguientes estimaciones:

- ▶ Se calcula, para las carteras de Hipotecas y Empresas, la cifra de capital asociada al uso del modelo con LGD estocástica pero obviando la potencial correlación entre PD y LGD, de forma que se aísla el efecto que sobre el capital tiene la variabilidad de la LGD. Además del cálculo para el valor de volatilidad calculado, se obtienen estimaciones de capital incrementando la volatilidad de la LGD en +15% y -15%, con el fin de mostrar el impacto que puede tener un error en la estimación de este parámetro en la cifra de capital.
- ▶ Se calcula, para las carteras de Hipotecas y Empresas, la cifra de capital recogiendo ambos efectos: volatilidad de la LGD y correlación de PD y LGD. Para ello, la volatilidad de la LGD se fija en su valor calculado, y para la correlación entre PD y LGD se consideran tres valores: su valor calculado y dos incrementos de +15% y -15%, con el fin de mostrar el impacto que puede tener un error en la estimación de la correlación PD/LGD en la cifra de capital.

### Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

Figura 16: Consumos de capital por exposición para los análisis sin correlación PD/LGD en Hipotecas

Hipotecas	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanzado con LGD LR	99,9%	99,97%
Escenario base	2,93%	2,03%	1,29%	2,02%	2,47%
<i>Sin correlación PD/LGD</i>					
Volatilidad -15%	2,93%	2,03%	1,29%	1,77%	2,20%
Volatilidad	2,93%	2,03%	1,29%	1,84%	2,31%
Volatilidad +15%	2,93%	2,03%	1,29%	1,91%	2,39%

Figura 17: Consumos de capital por exposición en los análisis con volatilidad de la LGD y correlación PD/LGD en Hipotecas

Hipotecas	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanzado con LGD LR	99,9%	99,97%
Escenario base	2,93%	2,03%	1,29%	2,02%	2,47%
<i>Con volatilidad</i>					
Correlación -15%	2,93%	2,03%	1,29%	2,26%	2,89%
Correlación	2,93%	2,03%	1,29%	2,37%	3,03%
Correlación +15%	2,93%	2,03%	1,29%	2,45%	3,17%

<sup>43</sup>En esta prueba, cuando se realizan estimaciones con LGD estocástica, se utiliza como base la LGD Longrun (severidad media del ciclo) y no la LGD Downturn (severidad estresada).

<sup>44</sup>Lo cual es coherente con un intervalo de confianza del 95% para la distribución de la LGD estimada.

<sup>45</sup>El factor de volatilidad juega un papel análogo en la LGD estocástica al de la correlación intraunidad en la prueba base.



Figura 18: Consumo de capital por exposición para los análisis sin correlación PD/LGD en Empresas

Empresas	Basilea II				Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanzado sin vencimiento	IRB avanzado sin vencimiento y LGD LR	99,9%	99,97%
Escenario base	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	5,61%	6,78%
<i>Sin correlación PD/LGD</i>						
Volatilidad -15%	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	5,49%	6,73%
Volatilidad	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	5,63%	7,00%
Volatilidad +15%	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	5,87%	7,35%

Figura 19: Consumo de capital por exposición en los análisis con volatilidad de la LGD y correlación PD/LGD en Empresas

Empresas	Basilea II				Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	IRB avanzado sin vencimiento	IRB avanzado sin vencimiento y LGD LR	99,9%	99,97%
Escenario base	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	5,61%	6,78%
<i>Con volatilidad</i>						
Correlación -15%	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	7,54%	9,34%
Correlación	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	7,83%	9,60%
Correlación +15%	7,42%	6,75%	5,49%	3,78%	8,19%	10,20%

La inclusión de los efectos de volatilidad de LGD y correlación PD/LGD incrementa el capital frente a considerar una LGD estática. El incremento de la volatilidad supone un aumento de la incertidumbre de las potenciales pérdidas de la cartera y, con ello, un mayor consumo de capital. La inclusión de una correlación positiva entre PD y LGD amplifica las pérdidas en escenarios extremos en la medida en que escenarios de mayor incumplimiento conllevan a su vez una mayor pérdida por unidad de exposición.

En Hipotecas se observa que el capital obtenido al aplicar la LGD *downturn* es superior al calculado aplicando únicamente el efecto de la volatilidad de la LGD. Esto significa que la LGD estresada se encuentra en un percentil de la distribución de la LGD más exigente que aquel que genera pérdidas en la cartera al 99,9% de nivel de confianza.

Por el contrario, en el caso de Empresas, el escenario de volatilidad empírica da lugar a cifras de consumo similares al uso de la LGD estresada, lo que pone de manifiesto que la cifra de LGD *downturn* debería estar más cercana al percentil de su distribución que proporciona pérdidas al 99,9% de nivel de confianza.

Una vez considerada la LGD como variable estocástica, es necesaria la inclusión de un factor de correlación entre PD y LGD que establezca cómo se comportan de modo conjunto y en promedio ambas magnitudes en los escenarios simulados. La inclusión de este efecto tiene un impacto muy significativo en las cifras de consumo de capital que, con cifras empíricas de volatilidad y correlación, suponen incrementos relativos en los consumos del 17% en Hipotecas (2,02% a 2,37%) y del 40% en Empresas (del 5,61% a 7,83%).



Figura 20: Capital frente al incremento de la volatilidad de la LGD estocástica

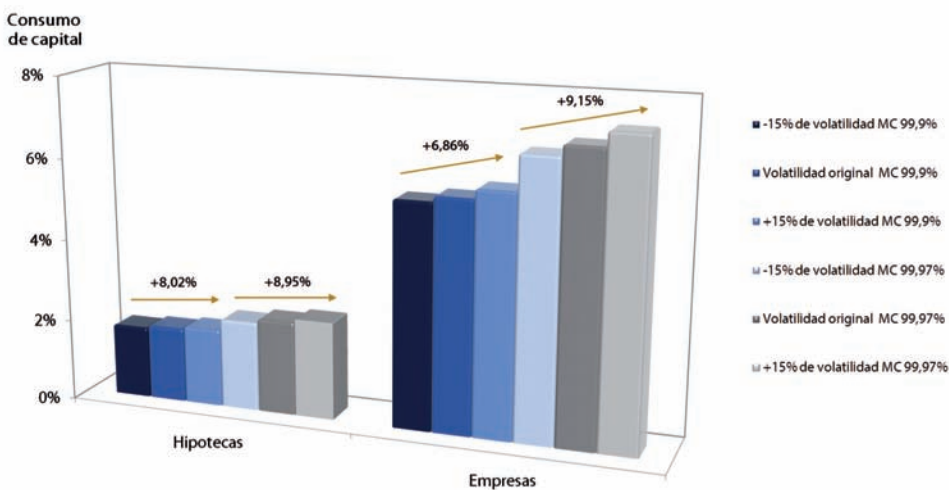
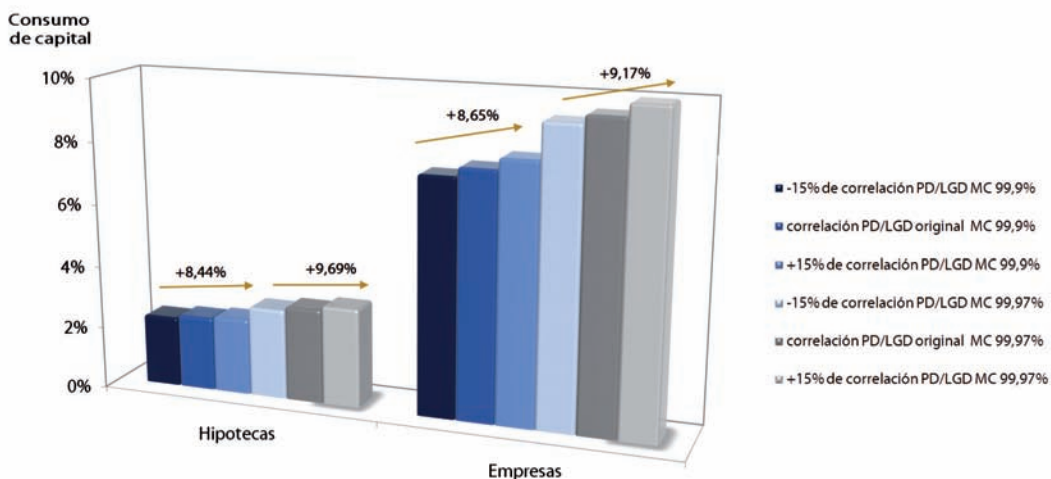


Figura 21: Capital frente al incremento de correlación PD/LGD



Es reseñable que, ante correlaciones empíricas del mismo orden de magnitud en ambas carteras, la cartera de Empresas recoge un impacto un 50% superior al de Hipotecas al incluir el efecto de la volatilidad de la LGD y la correlación PD / LGD. Este resultado está vinculado con el hecho de que en la cartera de Empresas existe una mayor volatilidad en los parámetros de riesgos (PD, EAD y LGD), lo que puede suponer, como en la cartera construida, un mayor impacto al considerar una LGD estocástica.

Respecto de la sensibilidad a variaciones de la volatilidad de la distribución de LGD, así como la correlación entre PD y LGD, las cifras de consumo de capital muestran una sensibilidad similar en las carteras de Hipotecas y Empresas que se sitúa en torno al 8% - 9% para el rango de valores establecidos.

### Migración de rating

#### Descripción y objetivos

El ajuste por migración de *rating* refleja el cambio de valor de los activos ante cambios en su calidad crediticia. En el mercado existen modelos académicos y con amplia aplicación en entidades de referencia que tienen en cuenta este efecto (e.g. *Creditmetrics*). En los modelos regulatorios la migración de *rating* está recogida mediante el ajuste por vencimiento en la cartera de Empresas y en la correlación de activos en la cartera de Hipotecas. En el caso de Empresas, dicho ajuste, además de tener en cuenta el tiempo al vencimiento de la operación, utiliza la PD para reflejar el posible empeoramiento de calidad crediticia y del valor de mercado de las contrapartes.



El objetivo de esta prueba es mostrar el capital que se deriva para la cartera de Empresas bajo un enfoque de pérdida por migración. Para obtener el impacto de la migración de *rating* mediante el modelo de capital económico se ha utilizado una matriz de migración incondicional que ha sido obtenida de información pública de *Standard & Poors*, y *spreads* de mercado.

Para la cartera de Hipotecas no se ha estimado el impacto de considerar la migración de *rating* por simplicidad de la prueba y bajo la hipótesis de que ésta tiene un impacto menor que en la cartera de Empresas<sup>46</sup>.

Sin embargo, para contrastar la hipótesis regulatoria de que la migración de *rating* en la cartera de Hipotecas está considerada en la correlación regulatoria, se ha estimado la correlación entre

activos hipotecarios a partir de la información de tasas de incumplimiento del Sistema Financiero Español, y se ha obtenido que dicha correlación es ligeramente inferior a la regulatoria. En concreto se ha estimado una correlación del 14,22% frente al 15% regulatorio. Por tanto, en un escenario de estrés el impacto de la migración en la cartera de Hipotecas debe ser tenido en cuenta, especialmente cuando las operaciones recientes representen un volumen significativo. En todo caso, sería más transparente la estimación regulatoria si se calculasen ambos efectos, correlación y migración, por separado.

<sup>46</sup>A partir del cuarto año de vida, la curva de morosidad de las Hipotecas es decreciente y, por tanto, las migraciones de *rating* son, en el conjunto de la cartera, siempre a mejores *ratings*.

## Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

**Figura 22: Consumo de capital por exposición considerando la migración de rating**

	Basilea II			Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanz.	IRB avan. sin venc.	99,9%	99,97%
Empresas: sin migración	7,42%	6,75%	5,49%	5,61%	6,78%
Empresas: con migración	7,42%	6,75%	5,49%	6,79%	8,10%

Cuando se considera migración, el consumo de capital obtenido al 99,9% por Monte Carlo (incluyendo migración) está en la línea del IRB avanzado.

La inclusión de pérdidas asociadas a la migración de *rating*, incrementa<sup>47</sup> el consumo de capital en torno a un 19-21% en términos relativos respecto a cuando sólo se consideran pérdidas debidas al incumplimiento de las contrapartes. Este incremento sería mayor para carteras con operaciones a un mayor plazo y mejores *ratings*. En concreto la cartera de Empresas utilizada tiene un vencimiento medio de casi dos años.

Nótese que estas estimaciones son muy sensibles a la matriz de migración y *spreads* utilizados. En este caso, y como se ha comentado anteriormente, se utilizan estimaciones medias del ciclo, si bien en una situación de estrés, donde las migraciones y los *spreads* se incrementasen, el consumo de capital por el modelo podría ser superior al regulatorio.

## Concentración. Concentración por nombre

### Descripción y objetivos

En determinadas carteras, (e.g. Grandes Empresas, con facturación superior a 100 millones de euros), existen pocas contrapartes que acumulan gran parte de la exposición de la cartera y que, por tanto, a pesar de su escaso número pueden tener un impacto relevante en el consumo de capital. De cara a tener en cuenta este efecto, se ha desarrollado una prueba que recoge el comportamiento del consumo de capital para diferentes niveles de concentración.

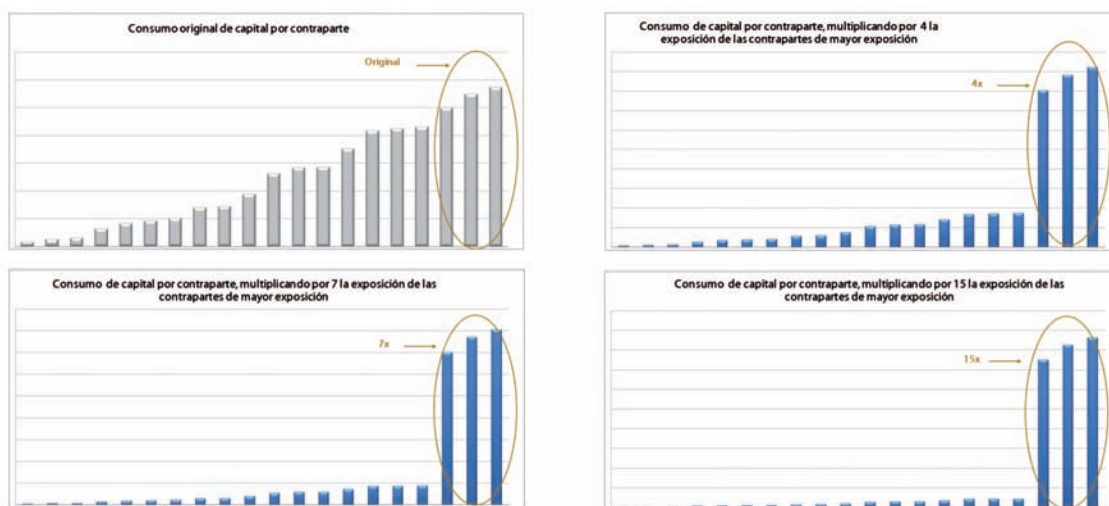
Se calcula el capital con los distintos modelos para la cartera original y para las obtenidas tras aumentar la exposición mediante un coeficiente multiplicativo aplicado a las 10 contrapartes con mayor EAD. A continuación se reescala la exposición de todas las contrapartes para obtener una cartera de igual exposición que la original. Como coeficientes multiplicativos se han considerado 4, 7 y 15, obteniendo valores de HHI del 0,83%, 1,66% y 3,52%, respectivamente, desde el 0,17% inicial de la cartera de Empresas. Dichos valores del índice HHI son similares a los obtenidos en una cartera tipo de Grandes Empresas<sup>48</sup>.

Para obtener resultados con el modelo regulatorio se han utilizado las curvas de Empresas y Corporates de BIS II.

<sup>47</sup>En esta prueba se han permitido eventuales ganancias por migración de las contrapartes a mejores niveles de *rating*. Sin embargo, los resultados que se obtendrían si sólo se permitieran pérdidas, truncando las ganancias a cero, son similares a los aquí presentados.

<sup>48</sup>En función de los análisis comparativos elaborados por Management Solutions. La concentración en algunas carteras de grandes Empresas podría ser incluso superior, y es por tanto de interés hacer esta estimación internamente.

**Figura 23: Consumo de capital por exposición en Empresas para diferentes niveles de concentración**



## Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

**Figura 24: Consumo de capital por exposición en Empresas para diferentes niveles de concentración**

	Basilea II				Monte Carlo	
	IRB avanz.	IRB avanz. sin vencim.	IRB avanz. curva Corpor.	IRB avanz. sin venc. Curv. Corp.	99,9%	99,97%
Original (HHI =0,17% )	6,75%	5,49%	8,35%	6,77%	5,61%	6,78%
Empresas (HHI = 0,83%)	7,28%	5,69%	9,00%	7,03%	6,41%	7,47%
Empresas (HHI = 1,66%)	7,63%	5,82%	9,42%	7,20%	7,23%	8,49%
Empresas (HHI = 3,52%)	8,17%	6,02%	10,07%	7,47%	8,71%	9,95%

La cartera de Empresas presenta un HHI inicial de 0,17%, superior al de la cartera de Hipotecas<sup>49</sup>. A medida que se incrementa la exposición de las contrapartes de mayor exposición, se produce un aumento de dicho coeficiente de concentración (el HHI llega a multiplicarse por 20) que conlleva un mayor consumo de capital, que aumenta un 55,20% y un 48,61% para Monte Carlo al 99,9% y al 99,97%, respectivamente. Por tanto, se concluye que el consumo de capital es muy sensible a la concentración de exposiciones.

En cambio, el método IRB no es sensible a la concentración por nombre. Sin embargo, en la prueba realizada, al modificar artificialmente el nivel de concentración aumentando la exposición de las 10 contrapartes con mayor exposición, se ha obtenido una concentración de exposición en contrapartes con posiciones de mayor vencimiento y mayor pérdida esperada, lo que ha hecho subir los requerimientos de capital IRB. Con el objetivo de aislar el efecto de la concentración, se elimina el efecto de aumento del vencimiento medio de la cartera

comparando las estimaciones de capital IRB sin ajuste por vencimiento (6,02%) frente a las estimaciones del modelo base (8,71%) en el punto de máxima concentración, observando un impacto de la concentración de un 44%<sup>50</sup>.

De la misma forma, pero bajo la hipótesis de utilización de la curva regulatoria de Corporates, donde la concentración se recoge parcialmente a través de una mayor correlación intraunidad, el impacto de la concentración es del 17%.

### Concentración sectorial y geográfica

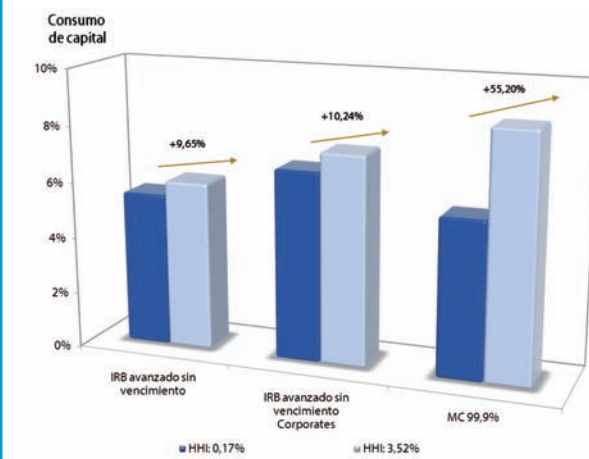
Las concentraciones sectorial y geográfica se miden a través de la correlación interna de una cartera (correlación intraunidad). Dicha correlación es un indicador que refleja la dependencia que existe entre las contrapartes de la cartera, de modo que, dado un estado de la economía, cuanto mayor sea la correlación intraunidad más se parecerá el comportamiento de las contrapartes entre sí de cara al incumplimiento.

<sup>49</sup>El HHI de Hipotecas es de 0,02%.

<sup>50</sup>Se asume como hipótesis y con base en las pruebas del escenario base, que el impacto debido al aumento de pérdida esperada es similar en ambos modelos.



**Figura 25: Capital IRB sin vencimiento para la curva de Empresas y Corporates, y por el modelo de capital económico teniendo en cuenta el nivel de concentración inicial y el máximo establecido en la prueba**



## Concentración sectorial

### Descripción y objetivos

En el ejercicio realizado se persigue evaluar si los requerimientos regulatorios recogen adecuadamente la concentración sectorial. Para la cartera analizada, igual que para el Sistema Financiero Español, los sectores donde hay una mayor concentración son el inmobiliario, la construcción y el turístico, y por tanto son estos sectores los que se deberían analizar en mayor detalle.

Para medir la concentración sectorial se consideran tres posibles correlaciones:

- ▶ La derivada de datos del Sistema Financiero Español (SFE), que en Empresas está disponible a nivel sector de actividad.
- ▶ La establecida en las fórmulas de Capital Regulatorio de Basilea II, que en Empresas es dependiente de la PD y el tamaño de la empresa.
- ▶ La derivada de la volatilidad de la serie histórica de tasas de incumplimiento construida para la cartera de Empresas. Esta estimación es única para todo el segmento de Empresas al no disponer de información histórica desagregada por sector. En todo caso, utilizar esta correlación es de utilidad para enfatizar la importancia de estimar correlaciones internas que pueden ser diferentes de las regulatorias o de las estimadas a partir de datos del Sistema Financiero Español.

En las estimaciones de correlación realizadas se observan diferencias significativas entre las correlaciones de algunos sectores dependiendo del origen de la estimación. Esto sucede porque los ejes y los datos utilizados son diferentes, destacando el hecho de que las correlaciones regulatorias no tienen en cuenta el sector de actividad sino la PD y el tamaño de la empresa.

En los sectores inmobiliario y construcción, las correlaciones regulatorias son similares, aunque algo inferiores a las estimadas con información del Sistema Financiero Español, mientras que en el sector turístico la correlación regulatoria es significativamente superior. Por otro lado, la correlación estimada con la cartera construida es siempre superior al resto de correlaciones.

En la prueba se realizan estimaciones de capital por sector de actividad, calculando en cada caso el consumo de capital que dicho sector tiene en la cartera de estudio. En este sentido, el capital consumido por cada sector depende de los parámetros de riesgos de las empresas de dicho sector, así como de la correlación que se les asigne. En todo caso, la cartera de Empresas es una cartera tipo construida con el objetivo de ser representativa de una cartera de empresas tipo del Sistema Financiero Español, pretendiendo reflejar en cada caso las características crediticias de cada segmento.

También se realizan cálculos a nivel global para analizar si en términos generales el modelo regulatorio cubre los requerimientos de capital para la cartera de Empresas.

Figura 26: Correlaciones intraunidad por sector de actividad

Sector	Correlación intraunidad de Empresas		
	SFE	Basilea II (media por exposición)	Muestra Construida <sup>51</sup>
Comercio	6,63%	15,24%	
Inmobiliario	12,20%	10,08%	
Construcción	12,20%	10,82%	
Energía	5,91%	12,79%	19,60%
Manufacturera y textil	6,59%	14,80%	
Agricultura	8,43%	13,48%	
Producción industrial	13,17%	14,52%	
Turismo y servicios	7,17%	12,65%	
Media <sup>52</sup>	10,35%	11,90%	19,60%

Fuente SFE: Banco de España. Diciembre de 2009



<sup>51</sup>La razón de que en Empresas exista una única correlación intraunidad para la cartera construida es que sólo se disponía de tasas de incumplimiento a nivel agregado.

<sup>52</sup>La correlación media se ha obtenido ponderando por exposición las correlaciones de cada sector.

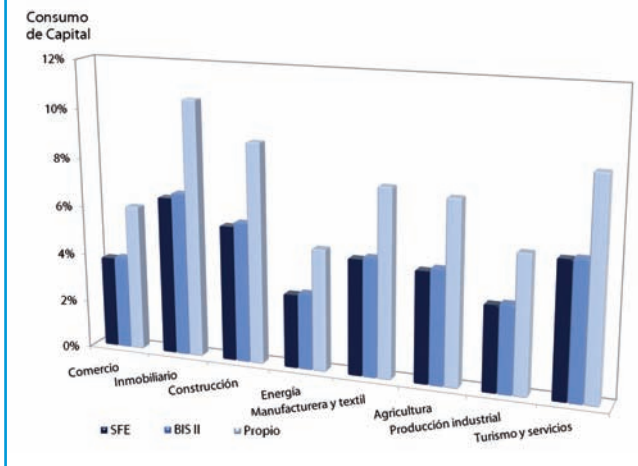
## Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

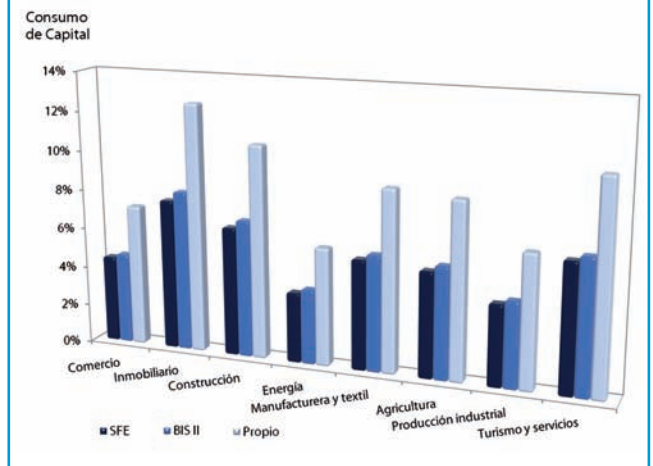
**Figura 27: Consumo de capital por exposición para cada uno de los sectores de actividad**

	Monte Carlo 99,9%			Monte Carlo 99,97%		
	SFE	BIS II	Muestra construida	SFE	BIS II	Muestra construida
Comercio	3,80%	3,87%	6,04%	4,46%	4,66%	7,21%
Inmobiliario	6,54%	6,76%	10,59%	7,67%	8,16%	12,64%
Construcción	5,60%	5,79%	9,07%	6,57%	6,99%	10,82%
Energía	3,08%	3,18%	5,05%	3,61%	3,84%	6,03%
Manufacturera y textil	4,81%	4,92%	7,73%	5,64%	5,94%	9,22%
Agricultura	4,61%	4,75%	7,52%	5,41%	5,73%	8,97%
Producción industrial	3,55%	3,64%	5,69%	4,17%	4,39%	6,79%
Turismo y servicios	5,61%	5,68%	8,92%	6,59%	6,86%	10,64%

**Figura 28: Impacto en el consumo de capital al 99,9% por sector de actividad y correlación intrunidad empleada**



**Figura 29: Impacto en el consumo de capital al 99,7% por sector de actividad y correlación intrunidad empleada**



Se observa cómo en los sectores inmobiliario, construcción, turismo, y también en el resto, el consumo de capital obtenido utilizando Monte Carlo con las correlaciones regulatorias y del Sistema Financiero Español son similares. Esto significa que el impacto de utilizar unas u otras correlaciones no es significativo.

En todo caso, estas estimaciones son inferiores a las obtenidas utilizando las correlaciones internas. Esta variabilidad de resultados pone de manifiesto la sensibilidad e importancia de

realizar estimaciones internas de correlación de activos en el proceso de autoevaluación de capital.

En la Figura 30 se muestran las estimaciones de capital por los distintos modelos para el total de la cartera de Empresas y con las diferentes estimaciones de correlación.

En estas estimaciones se observa que los requerimientos de capital regulatorio son más conservadores que los obtenidos utilizando las correlaciones obtenidas a partir de la información

**Figura 30: Consumo de capital por exposición para diferentes correlaciones intraunidad por cartera**

	Basilea II		Monte Carlo 99,9%			Monte Carlo 99,97%		
	Estándar	IRB <sup>33</sup>	SFE	BIS II	Muestra construida	SFE	BIS II	Muestra construida
Empresas	7,42%	6,75% (5,49%)	5,46%	5,61%	8,81%	6,41%	6,78%	10,50%

del Sistema Financiero, pero inferiores a los estimados con las correlaciones calculadas internamente. En línea con lo comentado anteriormente, esto pone de relieve la importancia de estimar las correlaciones internamente.

### **Concentración geográfica**

#### *Descripción y objetivos*

Dada la distribución geográfica de las entidades del Sistema Financiero Español, es relevante analizar el impacto que la concentración geográfica puede tener en la cifra de capital. Este análisis se realiza para la cartera de Hipotecas por considerar que dicha cartera tiene un carácter más local que la cartera de Empresas, que en muchos casos (sobre todo a partir de cierto tamaño) desarrollan su actividad en diferentes regiones.

Así, dos carteras idénticas en probabilidad de incumplimiento, exposición y severidad, pueden tener comportamientos diferentes en función de la comunidad autónoma a la que pertenezcan, porque sus contrapartes pueden tener distintos niveles de correlación.

Se ha calculado, a partir de las series históricas de tasa de paro (1991-2009) como aproximación de las tasas de incumplimiento<sup>54</sup>, una correlación intraunidad para cada comunidad autónoma. Cada una de estas correlaciones ha sido empleada en el modelo para obtener cifras de capital, asumiendo que toda la cartera de Hipotecas está concentrada en la comunidad autónoma asociada a dicha correlación.

Es decir, los cálculos de capital obtenidos son cálculos independientes; es decir, se realiza un cálculo por región, y en cada uno de ellos se asume la hipótesis de que la totalidad de la cartera hipotecaria pertenece a dicha región. En este sentido, lo único que varía de un cálculo a otro es la correlación de activos que depende de la región para la que se realiza el cálculo.

A nivel agregado, también se estima el capital regulatorio y el obtenido con el modelo de capital económico con la correlación del Sistema Financiero Español, que es del 14,22%, muy similar al 15% del modelo regulatorio. Este último análisis equivale a tener una cartera distribuida por todo el sistema financiero y, por tanto, por toda la geografía del país.

#### *Análisis y conclusiones*

La utilización en el modelo de las correlaciones intraunidad propias de cada comunidad autónoma produce diferencias relativas de consumo de capital superiores al 50% cuando se aplica al 99,9%. La variabilidad en cifras de capital se debe a que distintas comunidades autónomas tienen distintas sensibilidades al ciclo y, por tanto, distintas estimaciones de correlación.

Estas diferencias ponen por tanto de manifiesto la necesidad de analizar la concentración geográfica en el proceso de autoevaluación de capital.

### **Concentración en segmentos de riesgo**

#### *Descripción y objetivos*

Toda cartera posee un riesgo inherente y, si bien cuando se agregan carteras de riesgo la pérdida esperada es la suma de las pérdidas esperadas de las carteras de riesgo, en general no sucede lo mismo con el consumo de capital. Esto se ve claramente en un ejemplo con dos carteras. Si hay mucha dependencia entre las carteras, pérdidas grandes (pequeñas) de la primera cartera conllevarán grandes (pequeñas) pérdidas de

<sup>53</sup>IRB avanzado con ajuste de vencimiento y entre paréntesis sin ajuste de vencimiento.

<sup>54</sup>Fuente: INE. Nótese que no se ha encontrado información pública sobre tasas de incumplimiento por comunidad autónoma.



la segunda cartera. Sin embargo, con poca dependencia (mucha diversificación), se espera intuitivamente que las pérdidas grandes de una se compensen con pérdidas moderadas de la otra cartera, con la consecuente menor variabilidad de pérdidas y, por tanto, menor consumo de capital.

El objetivo de esta prueba es medir el impacto de la diversificación existente entre las dos carteras contempladas bajo el esquema de agregación expuesto en el apartado metodológico.

Se muestra el capital agregado que se deriva del enfoque regulatorio de agregación (esto es, la suma directa) y del enfoque planteado. Para este último, se considera tanto el uso de la correlación empírica<sup>55</sup> como una alteración de la misma<sup>56</sup> en un +15% y -15%.

**Figura 31: Correlaciones entre carteras (pérdidas) de Hipotecas y Empresas**

Correlaciones entre carteras		
-15%	Empírica	+15%
51,38%	66,38%	81,38%

### Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

**Figura 32: Consumo de capital por exposición en función de la correlación entre carteras**

	Basilea II		Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	99,9%	99,97%
Suma directa de capital (Hipotecas y Empresas)			3,88%	4,70%
Agregación con correlación				
0%	5,26%	4,48% (3,82%)	3,11%	3,70%
51,38%			3,52%	4,18%
66,38%			3,67%	4,36%
81,38%			3,81%	4,54%

Se observa que, al considerar la diversificación entre carteras, el capital conjunto de ambas carteras disminuye en el modelo de capital económico un 5%, pasando de un 3,88% a un 3,67%. También se observa que si las pérdidas de ambas carteras fueran totalmente independientes, el consumo de capital disminuiría del 3,88% al 3,11%, es decir, un 20%. Por el contrario, el modelo regulatorio no es sensible a esta diversificación entre carteras.

El efecto de la diversificación por segmento de riesgos no es sólo dependiente de la correlación entre segmentos sino también del número de carteras y de la representatividad de las mismas. Por consiguiente, el efecto de la diversificación variará entre entidades en función de la distribución de su cartera crediticia.

### Escenario general

#### Descripción y objetivos

En las pruebas anteriores se ha analizado el impacto individual de cada uno de los efectos considerados sobre la cifra de capital. Con el objetivo de obtener una aproximación al impacto conjunto de los mismos, se ha realizado una prueba en la que se obtiene el capital para Hipotecas y Empresas (tanto stand-alone como diversificado) y el agregado de ambas unidades, contemplando los siguientes efectos conjuntos:

- ▶ Ajuste al ciclo de los parámetros de la muestra inicial.
- ▶ Prociclicidad, asumiendo como hipótesis que las PDs ajustadas al ciclo son un 10% superiores a las PDs medias reales una vez descontada la prociclicidad y aplicando la metodología que mitiga el impacto de la prociclicidad en las estimaciones, que en función de lo comentado se traduce en reducir las PDs un 10%.
- ▶ LGD estocástica (volatilidad y correlación entre la PD y la LGD) según el escenario central de los análisis realizados a este respecto.
- ▶ Migración de *rating* (en Empresas) según los análisis realizados.
- ▶ Concentración:
  - Correlación en cada cartera (intraunidad) basada en criterios regulatorios.
  - Correlación entre carteras (interunidad) basada en los análisis empíricos.

<sup>55</sup>Estimada a partir de las carteras construidas.

<sup>56</sup>Lo cual es coherente con un intervalo de confianza al 95% para la distribución de los parámetros estimada.





## Análisis y conclusiones

A continuación se presentan los consumos de capital obtenidos:

**Figura 33: Capital consumido en la prueba general**

	Basilea II		Monte Carlo	
	Estándar	IRB avanzado	99,9%	99,97%
Hipotecas	2,93%	2,03%	2,23%	2,90%
Empresas	7,42%	6,75% (5,49%)	8,15%	9,96%
Agregado	5,26%	4,48% (3,82%)	5,07%	6,24%
Hipotecas diversificado	N/A	N/A	2,04%	2,65%
Empresas diversificado	N/A	N/A	7,89%	9,58%

Para la cartera agregada se observa que con el modelo de capital económico la cifra de capital es un 13% superior a la regulatoria, no siendo suficiente el efecto de la diversificación y la prociclicidad para compensar la LGD estocástica y la concentración por nombre en Empresas.

En la cartera de Hipotecas el ajuste de prociclicidad y la diversificación mitigan el incremento de capital debido a la LGD estocástica, obteniendo una cifra de consumo de capital por el modelo similar a las estimaciones regulatorias.

En cambio, la cartera de Empresas muestra un consumo de capital por el modelo superior al regulatorio, donde los consumos de capital son 7,89% y 6,75% respectivamente, es decir, el capital por el modelo es un 17% superior a los requerimientos regulatorios. Según se ha observado en las pruebas anteriores, esto se debe fundamentalmente a los efectos de la correlación entre PD y LGD, y al nivel de concentración de la cartera.

**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, 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 800 profesionales, Management Solutions desarrolla su actividad a través de 15 oficinas (8 en Europa y 7 en América).

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 financiera, Management Solutions presta servicios a todo tipo de sociedades - bancos, entidades aseguradoras, sociedades de inversión, financieras, etc.- tanto organizaciones globales como entidades locales y organismos públicos.

**José Luis Carazo Hitos**

Socio de Management Solutions  
[jose.luis.carazo@msspain.com](mailto:jose.luis.carazo@msspain.com)

**Luis Lamas Naveira**

Socio de Management Solutions  
[luis.lamas.naveira@msspain.com](mailto:luis.lamas.naveira@msspain.com)

**Jaime Muruais Fernández**

Metodólogo de I+D en Management Solutions  
[jaime.muruais.fernandez@msspain.com](mailto:jaime.muruais.fernandez@msspain.com)

**Juan Francisco García Cascales**

Metodólogo de I+D en Management Solutions  
[juan.garcia.cascales@msspain.com](mailto:juan.garcia.cascales@msspain.com)

**Management Solutions**

Tel. (+34) 91 183 08 00

Fax (+34) 91 183 09 00

[www.msspain.com](http://www.msspain.com)



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

© **Management Solutions. 2010**  
Todos los derechos reservados

MSSO

[www.msspain.com](http://www.msspain.com)