
Capital regulatorio y capital económico: el efecto de la calidad crediticia y del ajuste por vencimiento

Gregorio Moral, Carlos Corcóstegui y Raúl García

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos de la propuesta de reforma del Acuerdo de Capital actualmente en vigor es acercar el capital regulatorio por riesgo de crédito al capital económico que las entidades más avanzadas están calculando internamente.

El Documento Consultivo publicado en enero del 2001 por el Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (en adelante, el Documento Consultivo), sin admitir que los modelos internos de cálculo de capital económico sean adecuados para determinar el capital regulatorio, sí acepta la posibilidad de calcular el capital regulatorio a partir de determinados resultados de estos modelos. Así, tanto en el denominado IRB básico como en el IRB avanzado, se calcula el capital mínimo necesario en función, entre otros parámetros, de las probabilidades de impago de las contrapartidas estimadas internamente por las entidades. Estos procedimientos calculan el capital regulatorio total de la cartera como la suma de los capitales individuales asociados a cada una de las operaciones con riesgo de crédito.

La relación entre probabilidad de impago y requerimientos de capital, específica para diferentes carteras, se denomina curva de capital. En este artículo, se construyen las curvas de capital regulatorio asociadas al enfoque IRB avanzado para la cartera de grandes empresas (que es en la que el acuerdo sobre el valor de los parámetros empleados en su calibración es mayor). Se comparan dichas curvas con las curvas de capital económico obtenidas a partir de un modelo unifactorial muy utilizado por la industria bancaria. Además, con dicho modelo unifactorial se obtienen los niveles de confianza implícitos en las curvas de capital regulatorio. Por último, se analiza el impacto de los diferentes ajustes por vencimiento propuestos en el Documento Consultivo tanto en términos de las curvas de capital como de los niveles de confianza implícitos.

2. CAPITAL REGULADORIO Y CURVAS DE CAPITAL

El Documento Consultivo propone tres procedimientos para determinar los requerimientos mínimos de capital por riesgo de crédito que, con

Nota: Este artículo es responsabilidad de los autores.

la excepción del denominado ajuste por granularidad, obtienen el capital regulatorio como suma de los requisitos individuales de capital de cada una de las operaciones. Esto es válido tanto para el procedimiento más simple (denominado enfoque estándar), que es una mera extensión del procedimiento actualmente en vigor, como para los más novedosos (IRB básico e IRB avanzado), basados en la existencia de modelos internos que asocian probabilidades de impago a cada una de las operaciones y, en su caso, severidades (LGD o pérdida en caso de impago).

Para calcular la necesidad de capital de una operación en el enfoque IRB avanzado hay que obtener las denominadas ponderaciones por riesgo RW (Risk-Weights), que son función de la cartera a la que pertenezca la operación (grandes empresas, banca minorista, etc.), de la probabilidad de impago (p), de la pérdida en caso de impago (LGD) y del vencimiento de la operación (m). La fórmula (1) de RW para el caso de la cartera de grandes empresas viene dada por:

$$RW_c(p) = \text{Mir}\{(LGD/50) BRW_c(p)[1+b(p)(m-3)], 12,5 LGD\}, \quad [1]$$

donde

$$BRW_c(p) = 976,5 \left(1,118 \Phi^{-1}(p) + 1,288 \right) \left(1 + 0,047 \frac{1-p}{p^{0,44}} \right), \quad [2]$$

es la función de distribución acumulada de una variable aleatoria normal con media cero y desviación típica uno, y $1+b(p)(m-3)$ es el factor de ajuste por vencimiento que se comenta más adelante.

Los coeficientes numéricos en las fórmulas anteriores se han calibrado para que una operación con $p=0,007$ (probabilidad de impago del 0,7 %), $LGD=50$ (severidad del 50 %), y vencimiento $m=3$ años, requiera un capital regulatorio del 8 % de su exposición.

Para obtener, en tanto por ciento sobre la exposición, la cifra de capital regulatorio necesario para dicha operación, se multiplica el número anterior por 0,08.

$$CR(p) = 0,08RW_c(p). \quad [3]$$

Una forma sencilla de comparar diferentes modelos aditivos (2) de cálculo de capital es a través del concepto de curvas de capital que representan la relación $CR(p)$ entre la probabilidad de impago (abscisa) y

(1) En todas las fórmulas la probabilidad p está expresada en tanto por uno.

(2) El concepto de curva de capital tiene sentido para modelos marginalmente aditivos, es decir, en los que el requisito marginal de capital para una nueva operación que se incorpora a una cartera grande solo depende de las características de dicha operación.

la cifra de capital necesario en tanto por ciento (ordenada), para unos valores dados de todos los demás factores que intervienen en el modelo (carteras, LGD, vencimiento, etc.).

3. CAPITAL ECONÓMICO Y MODELOS UNIFACTORIALES

Los modelos que están utilizando actualmente las entidades de crédito calculan el capital económico necesario a partir de una estimación de un determinado percentil de la distribución de pérdida por riesgo de crédito, en el horizonte de un año, de su cartera. Dicho percentil se establece en función del objetivo de solvencia fijado por la entidad. Por ejemplo, una entidad AAA, cuya probabilidad de impago en el horizonte de un año sea del 0,01 %, debería tener como capital económico el percentil 99,99 % de la distribución de pérdidas de su cartera con riesgo crediticio, si se supone que impago es equivalente a que las pérdidas superen el importe del capital.

Existe una gran diversidad de modelos que tratan de describir la función de distribución de pérdida de una cartera. Los más simples son los modelos de impago unifactoriales. Uno de estos, basado en una simplificación del modelo de Merton, se describe a continuación.

La idea consiste en explicar el impago de un determinado deudor (n) de una cartera con N contrapartidas, en un período determinado (por ejemplo, un año), en función del valor de una variable aleatoria (valor de sus activos, V_n) al final del período. Se considera que V_n depende de un factor común a todas las contrapartidas de la cartera (ciclo económico, Y) y de un factor idiosincrásico (ϵ_n), de modo que:

$$V_n = \sqrt{\rho} Y + \sqrt{1 - \rho} \epsilon_n, \quad [4]$$

donde se supone que Y y ϵ_n son variables aleatorias independientes $N(0,1)$ y que las ϵ_n son independientes para los diferentes acreditados. En estas condiciones, el parámetro ρ describe la correlación entre el valor de los activos de dos acreditados cualesquiera. El modelo considera que la contrapartida n impaga en el período considerado si $V_n < K_n$, donde K_n representa el umbral por debajo del cual el crédito resulta fallido. Dado que V_n es también una normal estándar, la probabilidad incondicionada de impago es $p = \text{Prob}(V_n < K_n) = \Phi(K_n)$, de donde se obtiene:

$$K_n = \Phi^{-1}(p). \quad [5]$$

Por último, se considera una determinada pérdida en caso de impago (LGD) constante para todas las contrapartidas, que sin pérdida de generalidad se puede suponer igual a 100.

Este modelo es analíticamente tratable y permite obtener expresiones cerradas para la distribución exacta del número de contrapartidas que impagan en un determinado período y, suponiendo que las exposiciones sean iguales, también para la distribución de la pérdida. Si, además, se supone que las subcarteras formadas por todas las operaciones con una misma probabilidad de impago son suficientemente grandes, entonces se puede demostrar que la distribución de la fracción de pérdida (X_p , el tanto por uno de las pérdidas) de todas las contrapartidas que tienen la misma probabilidad es, aproximadamente:

$$F_p(x) = P[X_p \leq x] = \left(\frac{1}{\sqrt{1-p}} (\sqrt{1-p}^{-1}(x) - \sqrt{1-p}^{-1}(p)) \right) \tag{6}$$

Para encontrar el percentil asociado a cada nivel de confianza (α) se resuelve la ecuación $F_p(x) = \alpha$ para los distintos valores de p , de donde resulta:

$$C(\alpha, p) = x_p = \left(\frac{1}{\sqrt{1-p}} (\sqrt{1-p}^{-1}(\alpha) + \sqrt{1-p}^{-1}(p)) \right) \tag{7}$$

En el caso de que la LGD no sea 100, la ecuación [7] se transforma en:

$$C_{LGD}(p) = \frac{LGD}{100} \left(\frac{1}{\sqrt{1-p}} (\sqrt{1-p}^{-1}(\alpha) + \sqrt{1-p}^{-1}(p)) \right) \tag{8}$$

Sustituyendo los valores $LGD=50$, $\alpha=99,5\%$ y $p=0,20$ en esta ecuación, se obtiene:

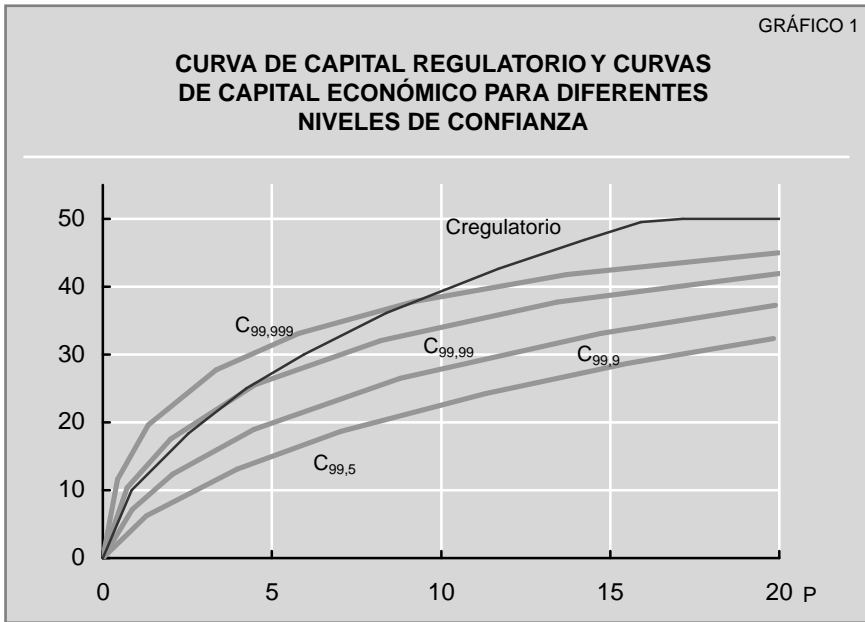
$$C_{99,5,LGD=50}(p) = \frac{1}{2} (1,118 \sqrt{1-p}^{-1}(p) + 1,288) \tag{9}$$

Finalmente, teniendo en cuenta las ecuaciones [1]-[3] se llega al siguiente resultado, que relaciona el capital regulatorio con el capital económico para los distintos valores de probabilidad de impago p :

$$CR(p) = C_{99,5,LGD=50}(p) \cdot 156,24 \left(1 + 0,047 \frac{1-p}{p^{0,44}} \right) \tag{10}$$

Por lo tanto, se observa que el capital regulatorio es un múltiplo del capital económico al nivel de confianza del 99,5 %.

Para calcular el capital económico, al nivel de confianza α , de una cartera con operaciones de diferente calidad crediticia, hay que obtener el correspondiente percentil de la distribución de pérdida, que en este



caso, para carteras suficientemente grandes, es aproximadamente la suma ponderada por las exposiciones de los percentiles anteriores.

4. NIVELES DE CONFIANZA IMPLÍCITOS EN LAS CURVAS DE CAPITAL REGULATORIO

Se puede comparar la curva de capital regulatorio $CR(p)$ según la propuesta contenida en el Documento Consultivo, para operaciones con grandes empresas (corporate exposures), tres años de vencimiento ($m=3$) y severidad del 50 % ($LGD=50$), en función de su probabilidad de impago p , con las curvas de capital económico $C_{\alpha}(p)$ determinadas a partir del modelo unifactorial descrito en la sección anterior, con correlación de activos del 20 % ($\rho=0,20$), para diferentes niveles de confianza (α). El resultado se representa en el gráfico 1.

En este gráfico, se observa que los puntos de la curva de capital regulatorio propuesta (línea más fina) tienen diferentes niveles de confianza asociados, ya que se sitúan sobre distintas curvas de capital económico (de abajo hacia arriba, curvas más gruesas correspondientes a los niveles de confianza 99,5 %, 99,9 %, 99,99 % y 99,999 %). Esto significa que el esfuerzo de cobertura del riesgo de crédito exigido en el Documento Consultivo no es homogéneo en términos del modelo unifactorial.

El cuadro 1 recoge, para determinados valores de la probabilidad de impago p y el capital regulatorio correspondiente (en tanto por ciento sobre la exposición), los niveles de confianza implícitos en los requerimientos de capital calculados a partir de la ecuación [8].

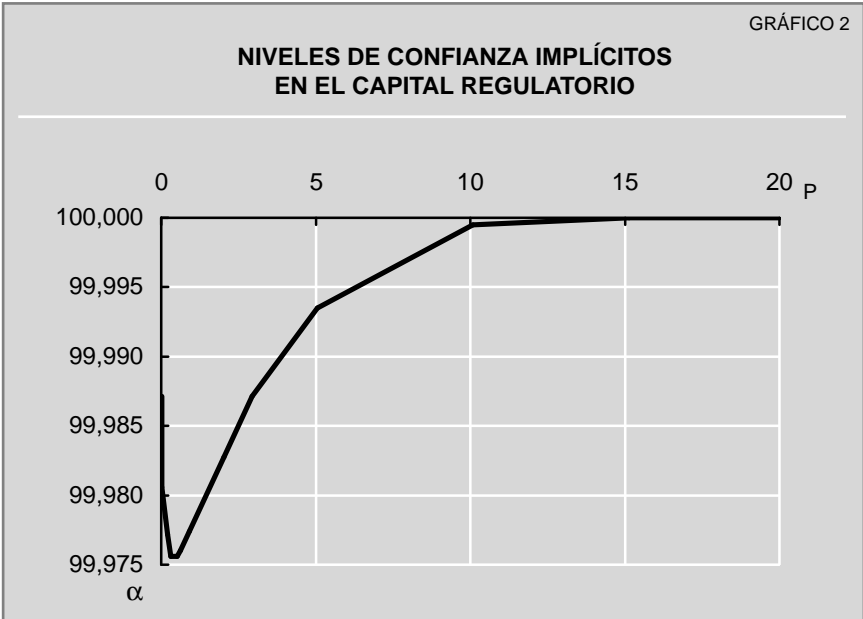
CUADRO 1

NIVELES DE CONFIANZA IMPLÍCITOS EN EL CAPITAL REGULATORIO

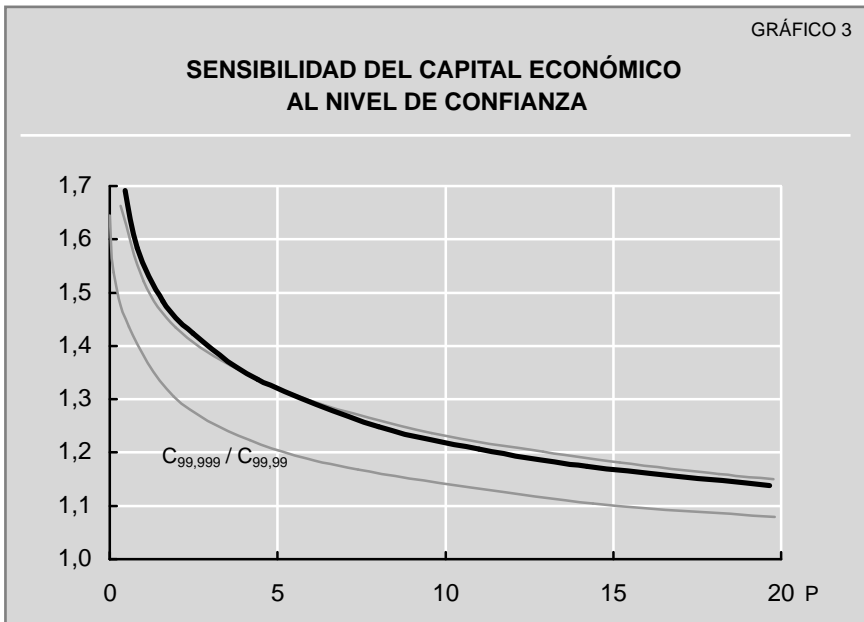
| p % | Capital % | Nivel de confianza % |
|------|-----------|----------------------|
| 0,03 | 1,12703 | 99,9876588 |
| 0,05 | 1,53096 | 99,9849421 |
| 0,1 | 2,34020 | 99,9812186 |
| 0,2 | 3,60829 | 99,9781005 |
| 0,4 | 5,59535 | 99,9765012 |
| 0,5 | 6,44737 | 99,9764710 |
| 0,7 | 7,98220 | 99,9769770 |
| 1 | 10,0003 | 99,9783140 |
| 2 | 15,3948 | 99,9833816 |
| 3 | 19,6779 | 99,9876554 |
| 5 | 26,5104 | 99,9935822 |
| 10 | 38,5906 | 99,9993355 |
| 15 | 47,0429 | 99,9999973 |
| 20 | 50,0000 | 100,000000 |

La última columna del cuadro 1 pone de manifiesto que el nivel de confianza (3) implícito, además de no ser constante, no varía monótonamente con p. Esta relación se representa en el gráfico 2.

Es importante señalar que pequeñas variaciones en el nivel de confianza exigido para el cálculo del capital económico producen variaciones significativas en el resultado final (especialmente grandes para probabilidades de impago p muy pequeñas). Por ejemplo, para p=0,7 %, el



(3) Se especifican 7 decimales del nivel de confianza implícito para acotar el error en el correspondiente capital económico en un uno por ciento en todos los casos.



capital económico necesario se incrementa en aproximadamente un 60 % al pasar del nivel de confianza del 99,5 % al 99,9 %, incremento similar al que se produce al aumentar el nivel de confianza desde el 99,9 % hasta el 99,99 %. El gráfico 3 muestra los cocientes entre los capitales económicos para diferentes niveles de confianza (en función de p). La línea más oscura representa el cociente entre el capital al nivel 99,9 % ($C_{99,9}$) y el correspondiente al 99,5 % ($C_{99,5}$). Nótese que dicha línea es similar al cociente entre el capital al 99,99 % ($C_{99,99}$) y el capital al 99,9 % ($C_{99,9}$). Por último, la línea más clara representa el cociente entre el capital al 99,999 % ($C_{99,999}$) y al 99,99 % ($C_{99,99}$).

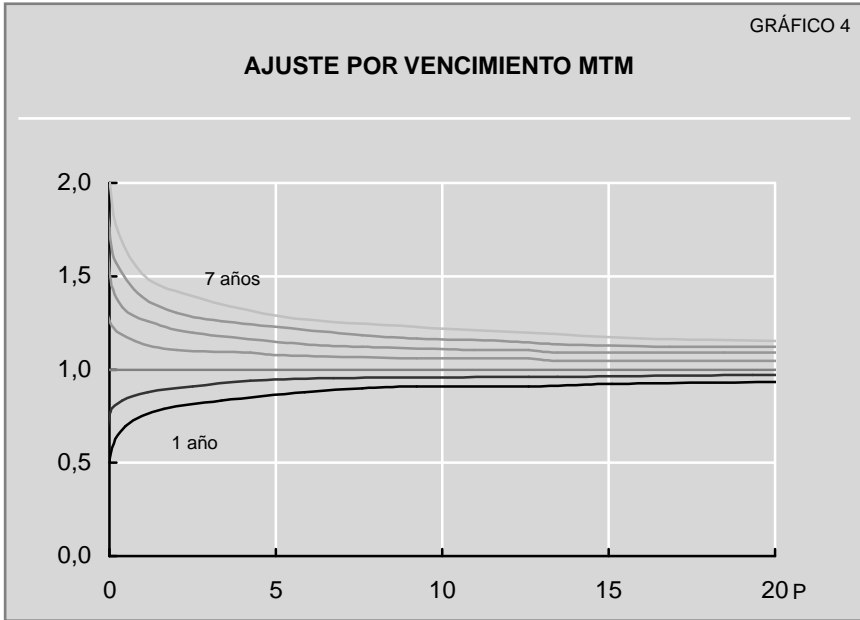
5. AJUSTES POR VENCIMIENTO

El término $[1+b(p)(m-3)]$ que aparece en la ecuación [1] introduce en los requerimientos de capital el efecto del plazo de vencimiento, m , de las operaciones. El Documento Consultivo propone dos factores de ajuste diferentes, uno basado en un modelo de valoración de mercado y otro obtenido a partir de un modelo multiperíodo de impago. A continuación se analizan estos dos factores.

5.1. Ajuste basado en un modelo de valoración de mercado (MTM)

En el ajuste MTM, la expresión del término $b(p)$ viene dada por:

$$b(p) = \frac{0,0235 (1-p)}{p^{0,44} + 0,0470 (1-p)} \quad [11]$$



El gráfico 4 muestra el comportamiento del factor de ajuste por vencimiento desde m igual a un año (curva más oscura) hasta m igual a siete años (curva más clara).

Se observa que, para el vencimiento de tres años, el factor es 1 y que el efecto es siempre más importante para probabilidades de impago p pequeñas. Conviene resaltar el diferente comportamiento entre operaciones con vencimiento inferior y superior a tres años. Para las primeras (m<3), el factor se incrementa al aumentar p, mientras que, para las segundas (m>3), se exige menos capital a las operaciones correspondientes a acreditados peor calificados.

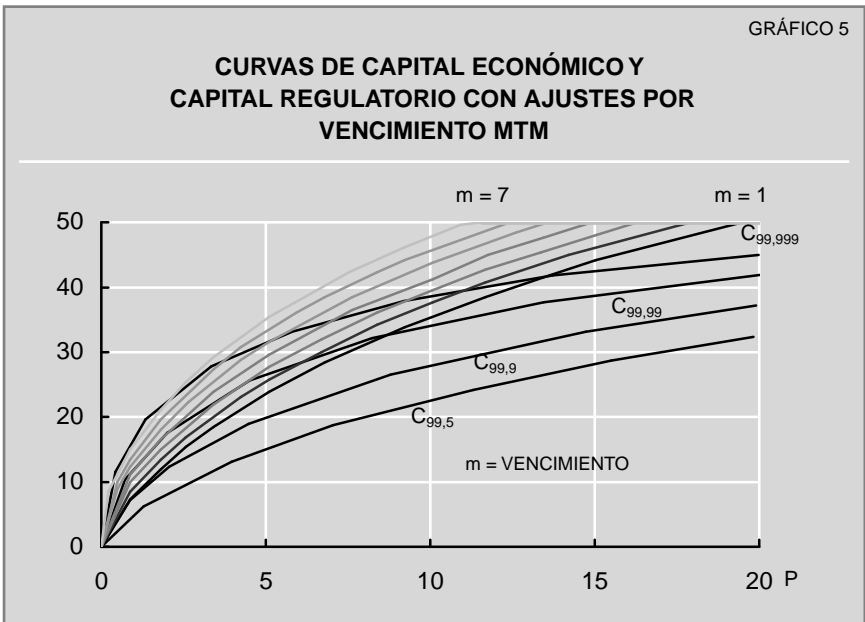
El gráfico 5 muestra las curvas de capital económico $C_{99,5}$, $C_{99,9}$, $C_{99,99}$, $C_{99,999}$ obtenidas a partir del modelo unifactorial para diferentes niveles de confianza y las curvas de capital regulatorio correspondientes a los vencimientos desde m=1 hasta m=7:

El gráfico 6 muestra los niveles de confianza implícitos en los requerimientos de capital para distintos vencimientos (la curva más oscura es la asociada a m=1, la más clara la correspondiente a m=7 años):

5.2. Ajuste basado en un modelo de impago (DM)

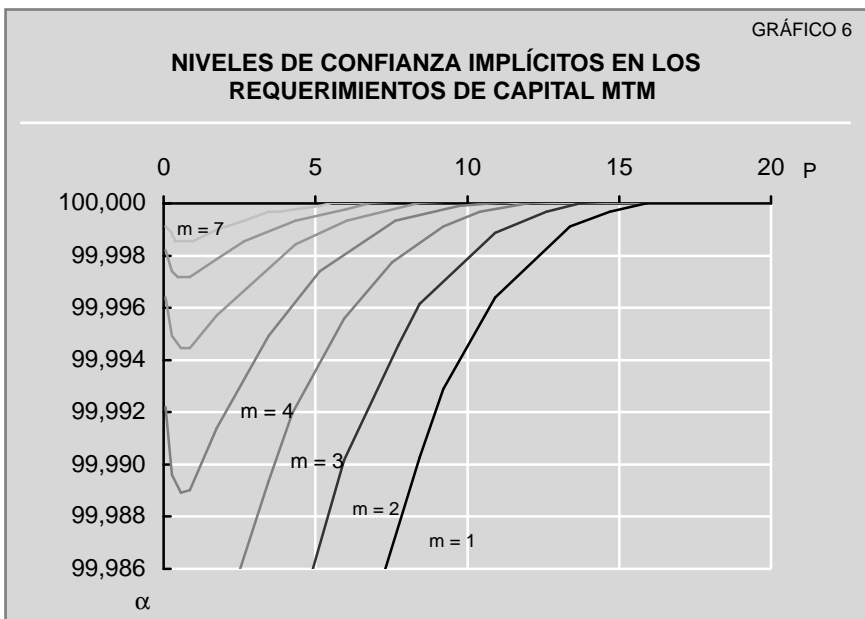
La expresión de la función b(p) para el ajuste por vencimiento DM es:

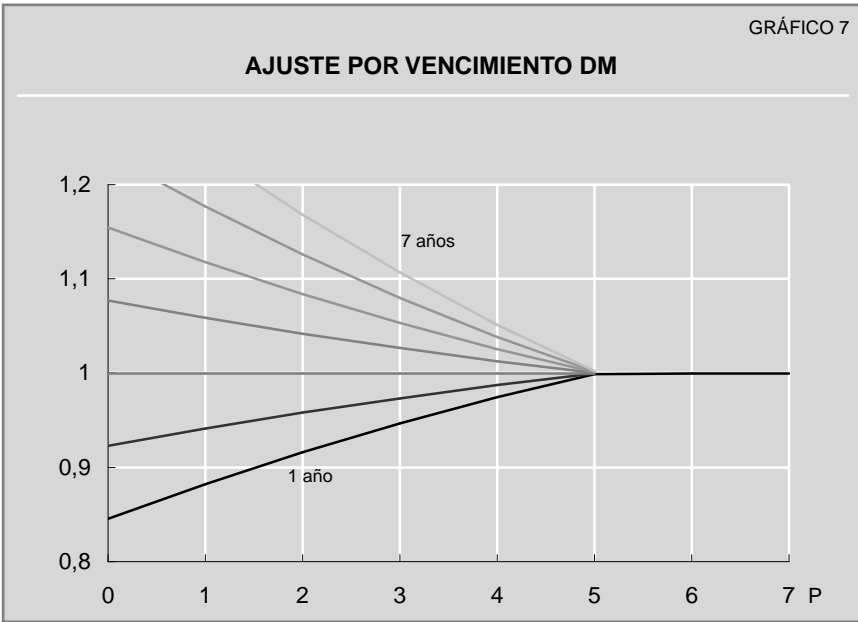
$$b(p) = \begin{cases} 7,6752p^2 - 1,9211p + 0,0774 & , \text{ para } p < 0,05 \\ 0 & , \text{ para } p \geq 0,05. \end{cases} \quad [12]$$



El gráfico 7 muestra el factor de ajuste por vencimiento DM, desde m igual a un año (curva más oscura) hasta m igual a siete años (curva más clara).

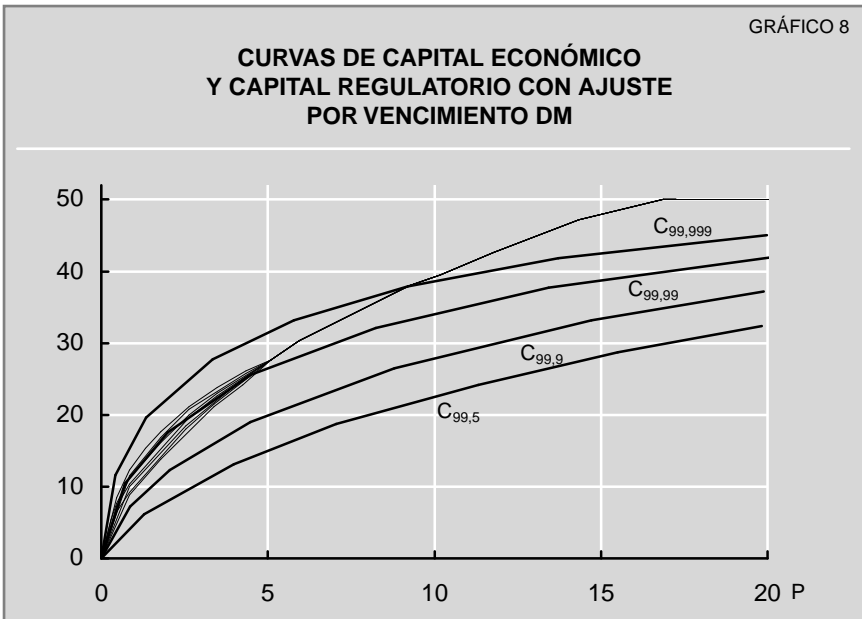
Se observa que el ajuste solo afecta a las probabilidades de impago inferiores al 5 % y que, nuevamente, hay un diferente comportamiento cualitativo para operaciones con $m < 3$ y operaciones con $m > 3$. El impacto en las correspondientes curvas de capital es mucho menor que en el caso MTM, como se puede apreciar en el gráfico 8, en el que además se

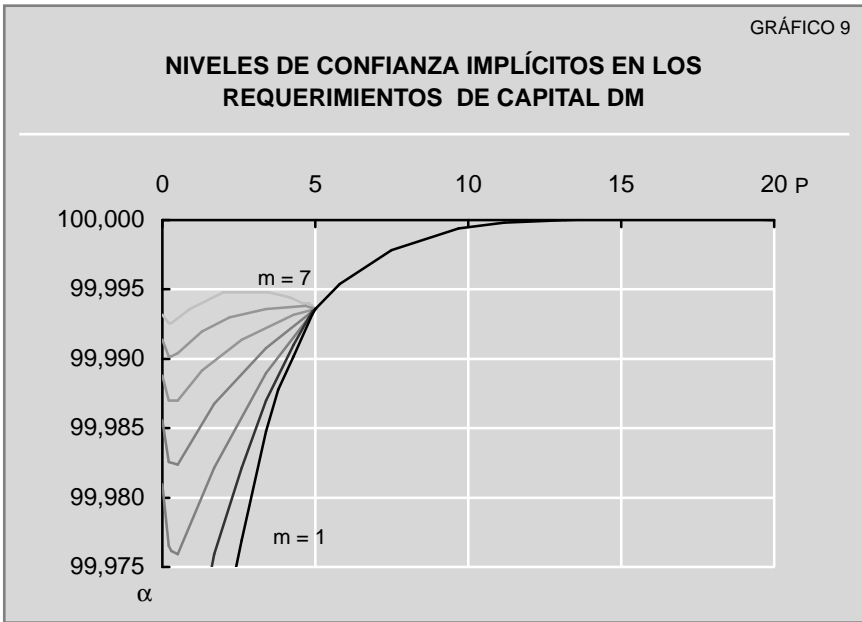




incorporan como referencia las curvas de capital con diferentes grados de confianza obtenidas a partir del modelo unifactorial.

Igual que en el caso correspondiente al ajuste por plazo MTM, se pueden representar gráficamente los niveles de confianza implícitos asociados a cada plazo. El gráfico 9 muestra que, para cualquier vencimiento m , los puntos de la curva de capital regulatorio tienen diferentes niveles de confianza (la curva más oscura es la asociada a $m=1$ y la más clara la correspondiente a $m=7$). En este caso, resulta que para valores de la

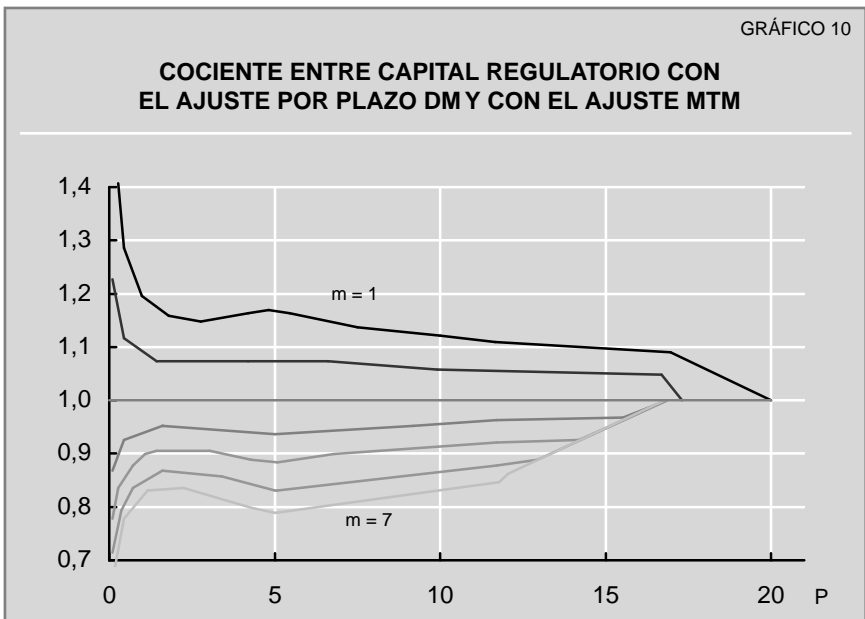




probabilidad de impago p superiores al 5 %, el nivel de confianza asociado a cada punto no depende de m .

5.3. Comparación entre los ajustes MTM y DM

Por último, se puede comparar el capital regulatorio con ajustes por plazo DM y MTM. El gráfico 10 representa el cociente entre el capital regulatorio requerido con el ajuste por plazo DM y el exigido con ajuste



MTM para distintos valores del vencimiento m . En el gráfico, se observa que para valores de $m < 3$ el capital regulatorio con el ajuste DM es superior al capital regulatorio con ajuste MTM, mientras que para valores de $m > 3$ sucede lo contrario.

6. CONCLUSIONES

Este artículo muestra que las curvas de capital regulatorio implícitas en el Documento Consultivo no son curvas de capital económico (percentiles de la distribución de pérdidas). En consecuencia, el nivel de esfuerzo de capital regulatorio, medido en términos del nivel de confianza exigido por un modelo unifactorial, es diferente para los distintos niveles de riesgo, lo que podría interpretarse como un trato discriminatorio entre entidades con carteras de muy diferente calidad crediticia. Este resultado es importante, dado que el capital económico es extremadamente sensible a cambios en el nivel de confianza (sobre todo, para los mejores riesgos). Por otro lado, sin entrar a analizar la necesidad de los ajustes por vencimiento, los factores propuestos tienen un efecto diferente para operaciones a corto plazo y a largo plazo, favoreciendo (medido nuevamente en términos del nivel de confianza) a los riesgos buenos con vencimiento inferior a 3 años. Además, el efecto en capital regulatorio de los ajustes DM y MTM es muy diferente para acreditados bien calificados. Para 1 y 2 años, es más favorable el ajuste MTM y, para plazos superiores a 3 años, exige menos capital el ajuste DM.

BIBLIOGRAFÍA

- BASEL COMMITTEE ON BANKING SUPERVISION (2001). «The Internal Ratings-Based Approach», Consultative Document.
- GORDY, M. (2001). «A risk-factor model foundation for ratings-based bank capital rules», Board of Governors of the Federal Reserve System.
- GORDY, M. Y HEITFIELD, E. (2001) «Comments on the Bundesbank methodology for maturity adjustment», Board of Governors of the Federal Reserve System.
- MERTON, R. C. (1973). «Theory of Rational Option Pricing», *Bell Journal of Economic and Management Science* 4, pp. 141-183.
- SCHÖNBUCHER, P. (2000). «Factor models for portfolio credit risk», Working Paper, University of Bonn.