

## **"Evaluación del riesgo en el otorgamiento de créditos a microempresas"**

Rodica Simón Sauri  
México

### Resumen

Es necesario demostrar el grado de riesgo que se corre tanto al otorgar créditos a la microempresa como al operar una empresa de financiamiento que apoye al desarrollo. Este trabajo muestra dos métodos que permiten evaluar el riesgo que se corre en el otorgamiento de esta clase de financiamiento. Se trata del Modelo Credit Risk+ y del Método de Montecarlo.

## **“Evaluation of the risk when giving credit to the microenterprises”**

Rodica Simón Sauri  
Mexico

### Summary

It is necessary to indicate the risk that is run when granting credit to the microenterprise as well as when running a financing enterprise that supports its development. This research shows two ways which make it possible to evaluate the risk run when granting this kind of financing: they are Credit Risk+ Model and the Montecarlo Method.

## ANTECEDENTES

La microempresa ha resultado ser una significativa fuente de autoempleo y constituye más del 95% de las empresas existentes en Latinoamérica, de ahí su importancia. Su actividad está presente tanto en grandes como en pequeños centros urbanos e incluso en zonas rurales; se trata de un camino apropiado para la promoción de una mejor distribución del ingreso y la desconcentración territorial.

La microempresa es un factor importante de desarrollo económico en el ámbito nacional y regional. Se ha observado un crecimiento substancial en el número de microempresas, principalmente en la última década, ya que sus actividades son muy variadas y diversificadas lo que les permite integrarse en diversas cadenas productivas.

En la difícil situación que atraviesa la economía mundial, se ha verificado que las empresas de tamaño pequeño ayudan a evitar que la caída del empleo sea severa.

Sin embargo, la microempresa enfrenta serios problemas para su establecimiento y sobre todo sobrevivencia entre los que se pueden mencionar: los trámites legales y fiscales, las condiciones de incertidumbre para establecerse en el mercado, los cambios de las cadenas productivas tradicionales, la falta de especialización, la mercadotecnia deficiente y sobre todo la escasez de financiamiento.

La microempresa en los países latinoamericanos, tiene poco o nulo acceso al crédito institucionalizado. El sistema financiero tradicional centra sus esfuerzos en cubrir los requerimientos de las grandes empresas, además de que carece del personal especializado que se requiere para manejar el microfinanciamiento.

Como tradicionalmente las microempresas son de carácter familiar y surgen, básicamente, de la necesidad de aumentar los ingresos familiares, son irregulares en su constitución jurídico-

legal y desconocen aspectos contables que comúnmente las instituciones formales como los bancos, acostumbran para otorgar créditos.

Sin embargo, existen ciertas empresas que sí están dispuestas a financiar a la microempresa; algunas lo ven como un buen negocio y otras como una cuestión de servicio y apoyo a la sociedad.

El microfinanciamiento consiste en otorgar pequeños préstamos a corto plazo para ser empleados en capital de trabajo. Estos préstamos son individuales y se otorgan, generalmente, a grupos de microempresarios llamados grupos solidarios que garantizan el pago oportuno del préstamo a través de la presión social y de la promesa de continuar accedendo a más y mayores créditos.

Con el microfinanciamiento, al proporcionarle crédito a los que más lo necesitan, además de ciertos servicios financieros a los que no tenían acceso anteriormente, se logra desarrollar nuevas microempresas y ampliar las ya existentes. Esto implica un incremento de los niveles de ingreso y de vida de las comunidades.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

“La mayoría de los análisis realizados sobre las microempresas concluyen que la situación financiera de éstas es un elemento que no sólo explica la menor competitividad y capacidad de expansión, sino también su mayor tasa de mortalidad.

Este esquema engloba un amplio conjunto de factores entre los cuales, la escasez de capital ajeno es el problema base; los factores altamente interrelacionados son: los asociados al racionamiento del crédito, las limitaciones en la disponibilidad de estos, los costos del crédito, la tasa de interés a pagar que, en ocasiones, resulta demasiado alta, junto con los grandes riesgos financieros que las microempresas se ven obligadas a asumir en la búsqueda de capitales”<sup>1</sup> .

Por todo lo anteriormente señalado, cada día se requiere de un mayor número de empresas que se dediquen a proporcionar financiamiento a la microempresa así como otros servicios financieros, de forma rápida y accesible. Es necesario el atraer a nuevos capitales privados que constituyan instituciones dedicadas al microfinanciamiento.

Sin embargo aunque se trata de un mercado potencial, no se generan empresas de este tipo fácilmente debido principalmente a la carencia de estudios e investigaciones sólidas que demuestren la viabilidad y éxito de su operación.

Es necesario demostrar el grado de riesgo que se corre tanto al otorgar un microcrédito como al operar una empresa de financiamiento que apoye al desarrollo. Es indispensable mostrar que se trata de un negocio redituable, que con un buen manejo del riesgo crediticio permite tener ganancias respetables.

El presente trabajo de investigación<sup>2</sup> presenta dos metodologías que es posible aplicar para realizar una evaluación del riesgo en instituciones que otorguen microfinanciamiento. Estas son: el modelo *CreditRisk+*, que es un modelo de evaluación y análisis del riesgo, elaborado por Credit Suisse Financial Products (“CSFP”) y el *método de Monte Carlo* el cual se utiliza para simular diferentes escenarios en el cálculo del valor en riesgo de un portafolio de inversión, en una fecha futura.

## **EL MODELO DE CREDIT RISK +<sup>3</sup>**

Credit Suisse Financial Products (CSFP) ha estado desarrollando y depurando nuevos métodos para el manejo de riesgo en los derivados. En 1996 lanzó un nuevo modelo para el manejo del riesgo, Credit Risk+. El cual se puede aplicar para medir el riesgo en el otorgamiento de un crédito a una microempresa.

Credit Risk+ refleja los requerimientos de un manejo actual del riesgo de crédito manejando tres componentes principales:

- 1) Utiliza técnicas analíticas que son muy usadas en la industria aseguradora.
- 2) Es una metodología para calcular el valor en riesgo.
- 3) Las aplicaciones de la metodología de manejo de riesgo incluyen una forma de establecer provisiones con anticipación y medios para cuantificar la diversificación y concentración que ayuden a la administración de un portafolio.

Este modelo está hecho para medir el riesgo por incumplimiento no haciendo supuestos acerca de las causas que ocasionaron el incumplimiento. El modelo considera la tasa de incumplimiento como una variable aleatoria continua e incorpora la volatilidad de la tasa con objeto de tomar en cuenta la incertidumbre. Dado que el estado de la economía puede causar incumplimiento, esto también se incluye en el modelo, usando volatilidades para la tasa de incumplimiento y análisis de sectores. En sí, el modelo permite calcular la distribución completa de las pérdidas de un portafolio con exposiciones al riesgo de crédito tomando en cuenta el tamaño de la exposición, la calidad del crédito y el riesgo sistemático del deudor.

El resultado del modelo puede ser utilizado para determinar el monto de capital requerido para cubrir el riesgo por pérdidas de incumplimiento, ya que medir la incertidumbre de pérdida y la probabilidad de sufrir pérdidas no esperadas, es fundamental para el manejo efectivo de riesgo de crédito.

Credit Risk+ se puede aplicar para modelar el riesgo, incluyendo una opción para crear provisiones y medidas para cuantificar el manejo de portafolios de inversión.

Existen tres tipos de incertidumbre que deben ser valorados: el riesgo del sistema, la incertidumbre de los parámetros y el error del modelo.

a) Riesgo del sistema.- Surge porque los resultados actuales observados están sujetos a variaciones aleatorias, aún cuando el modelo describe el método de la pérdida y los parámetros del modelo son apropiados, este riesgo es usualmente dirigido a través de presentar los resultados del modelo con un alto nivel de confianza.

b) Incertidumbre de los parámetros.- Surge por la dificultad para obtener estimaciones de los parámetros usados en el modelo, la información obtenida acerca del proceso principal se obtiene mediante observaciones de los resultados pasados, éste impacto causado por la incertidumbre se puede calcular por medio de un análisis de sensibilidad sobre los parámetros del modelo.

c) Error del modelo.- Surge porque el modelo propuesto no refleja el proceso actual, el error del modelo es usualmente el menos palpable de los tres tipos de incertidumbre.

Primeramente los tipos de incertidumbre deben ser calculados, para ver qué influencia tienen sobre el modelo, ya que podría haber un sesgo causado por éstos.

El modelo calcula los tipos de incertidumbre considerando que:

- 1) No se hacen supuestos acerca de las causas de incumplimiento.
- 2) Los requerimientos de datos para el modelo son mínimos, lo que reduce el error acerca de los parámetros.
- 3) Mediante el uso de análisis de escenarios se calcula la incertidumbre de los parámetros.

Hay dos tipos: el riesgo de crédito por extensión, que lo tienen los portafolios donde se comercia y califica en el mercado; y el riesgo por incumplimiento donde el no pago de un deudor ocasiona una pérdida.

El riesgo de crédito por incumplimiento, que es el de interés en el caso del otorgamiento de un crédito a una microempresa, es el que se da cuando un deudor no es capaz de hacer frente a sus obligaciones financieras. En el caso de incumplimiento de un deudo, la empresa incurre en una pérdida equivalente al monto cedido menos un monto de recuperación debido a una reestructuración o liquidación.

La tasa de incumplimiento de un deudor en particular, puede variar en una escala continua y puede ser vista como una variable aleatoria continua. Credit Risk+ la maneja de esta forma lo cual es importante ya que de ella dependen las posibles pérdidas.

Al querer calcular el riesgo en un microfinanciamiento es importante:

- a) Obtener la distribución de pérdidas. Ya que el interés primordial es conocer las distribuciones de la pérdida así como la pérdida esperada para un cierto nivel de confianza dado.
- b) Identificar pérdidas extremas. Estas pérdidas se pueden calcular a través de análisis de escenarios y concentración de límites.

El riesgo en un portafolio de una exposición particular se determina por 4 factores: tamaño de la exposición, duración de la exposición, probabilidad de falta de pago de un deudor, y la concentración del riesgo en un deudor.

Para poder modelar el riesgo de crédito se debe escoger el horizonte de tiempo, generalmente no debe ser menor al tiempo necesario para tomar acciones que mitiguen el riesgo. Hay dos tipos de horizonte: constante el cual permite a todas las exposiciones ser consideradas en una misma fecha futura, ejemplo un año, y el variable.

## **DATOS REQUERIDOS POR EL MODELO**

Los datos requeridos por el modelo son:

- a) Exposiciones de crédito
- b) Tasas de incumplimiento de los deudores
- c) Las volatilidades de las tasas de incumplimiento
- d) Las tasas de recuperación

La tasa de incumplimiento es la probabilidad de que el evento del incumplimiento ocurra, y se debe asignar a cada deudor, hay varias formas de hacer esto:

- a) Por medio de la observación de las extensiones de los créditos de los instrumentos negociados.
- b) Utilizar tasa de incumplimiento con un mapeo de las mismas con sus tasas de crédito.
- c) Otra forma sería calcular las probabilidades de incumplimiento, en una escala continua, que puede ser usada como sustituto para la combinación de tasas de crédito y sus tasas de incumplimiento.

La volatilidad de la tasa incumplimiento se describe como el monto de la variación a partir de los promedios de la tasa de incumplimiento sobre muchos años. Es decir, la desviación estándar de la tasa de incumplimiento.

En el evento del incumplimiento de un deudor, una empresa generalmente incurre en una pérdida equivalente al monto debido por el deudor menos un monto de recuperación, el cual la empresa recupera como resultado de una reestructuración o liquidación de la deuda. Las tasas de recuperación deben tomar en cuenta la antigüedad de la obligación y cualquier garantía colateral o fianza de seguridad.

El modelo Credit Risk+ incorpora los efectos de las correlaciones del incumplimiento a través del uso de volatilidades de la tasa de incumplimiento y análisis de sectores.

El incumplimiento en el pago de un crédito ocurre como una secuencia de eventos de tal forma que no es posible pronosticar el tiempo exacto de ocurrencia del incumplimiento, o el número exacto de incumplimientos. A veces existen factores anteriores que pueden causar la correlación de las causas de incidencia de los incumplimientos, aún cuando no exista un vínculo causal entre ellos.

El estado de la economía tiene un impacto directo sobre las tasas de incumplimiento observadas, la magnitud del impacto va a depender de qué tan sensibles sean los ingresos del deudor a cambios en los factores de la economía, tales como la tasa de crecimiento de la economía sobre el nivel de la tasa de interés.

### **PASOS DEL MODELO**

El proceso para modelar el riesgo de crédito consta de dos pasos fundamentales:

- a) Determinar la frecuencia de los incumplimientos y la severidad de las pérdidas.
- b) Obtener la distribución de las pérdidas

Para el primer paso, se debe considerar primero la distribución del número de eventos de incumplimiento en un período de tiempo, dentro de un portafolio de deudores que tengan diferentes probabilidades de incumplimiento. La probabilidad anual de incumplimiento para cada deudor puede determinarse a través de tasar los créditos y realizar un mapeo de tasas de incumplimiento con sus respectivas tasas de crédito. Si no se incorpora la volatilidad de la tasa de incumplimiento, la distribución del número de eventos de incumplimiento se comportará aproximadamente como una Poisson. Sin embargo ésta variabilidad debe incorporarse al modelo, ya que las tasas no son constantes todo el tiempo.

Para obtener la distribución de las pérdidas, se modela la tasa de incumplimiento a través de especificar una tasa de incumplimiento con su propia volatilidad. El efecto del uso de volatilidades para la tasa de incumplimiento, es la siguiente, cuando ésta se incrementa, la distribución del número de incumplimientos se sesga gravemente a la izquierda, aunque el número esperado de incumplimientos es el mismo, esto representa un riesgo enorme para el número de eventos de incumplimiento.

La distribución de pérdidas por incumplimiento provee a la empresa información sobre el monto del capital que está poniendo en riesgo. El capital económico es necesario como una banda para el riesgo de pérdidas no esperadas debido al incumplimiento, un nivel de percentil indica la manera de obtener el capital requerido para un cierto nivel de confianza.

## **CONCENTRACIÓN DEL RIESGO Y ANÁLISIS DE SECTORES**

El modelo Credit Risk+ mide los beneficios de la diversificación de un portafolio y las concentraciones a través del uso de análisis de sectores.

La diversificación del riesgo se alcanza naturalmente porque el número de riesgos individuales en un portafolio de exposiciones es muy grande. Para cuantificar la concentración del riesgo, se deben definir factores sistemáticos, que son factores que afectan a una porción de los deudores en el portafolio y factores específicos, que son aquellos por los que el capital de un deudor se ve afectado por factores específicos para ese deudor. Los factores sistemáticos impactan el riesgo de pérdidas, mientras que la diversificación elimina el impacto de estos factores.

La aplicación más sencilla del modelo es distribuir los deudores en un sector único, logrando así una estimación prudente de pérdidas extremas, y este será el caso que se ejemplifique en el presente trabajo. Una vez dividido en sectores, la tasa de incumplimiento de los deudores y la volatilidad de la misma, se fijan individualmente. Se deberá entender como sector una colección de deudores que son influenciados por el mismo factor sistemático. El modelo también maneja el poner a los deudores en varios sectores.

Una aplicación del modelo es definir reservas adecuadas que reflejen las pérdidas y presente con exactitud los ingresos reales del negocio.

## APLICACIÓN DEL MODELO CREDIT RISK+

Se muestra el ejemplo en el cual todos los deudores se encuentran localizados en el mismo sector.

Para calcular la pérdida esperada, la contribución al riesgo de cada deudor, hasta llegar finalmente a la distribución de pérdidas reales, los pasos a aplicar son:

### 1. Pérdida esperada del total del portafolio ( $\mathbf{e}$ )

Calcular la pérdida esperada para cada  $j$ -ésima exposición ( $\mathbf{e}_j$ ), por medio de la fórmula:

$$\mathbf{e}_j = \mathbf{m}_j \times v_j \quad j = 1, 2, \dots, m$$

donde:

$v_j$  es el monto de la exposición  $j$ .

$\mathbf{m}_j$  es la tasa media de incumplimiento para la exposición  $j$ .

Sumar todas las pérdidas esperadas:

$$\mathbf{e} = \sum_{j=1}^m \mathbf{e}_j$$

### 2. Varianza de la pérdida del total del portafolio ( $\mathbf{s}^2$ )

La varianza se puede calcular como:

$$\mathbf{s}^2 = \sum_{j=1}^m (v_j \times \mathbf{e}_j)$$

o

$$\mathbf{s}^2 = \sum_{j=1}^m (v_j \times \mathbf{m}_j \times v_j)$$

o

$$\mathbf{s}^2 = \sum_{j=1}^m (v_j^2 \times \mathbf{m}_j)$$

3. Desviación estándar de la pérdida total del portafolio ( $\mathbf{S}$ )

$$\mathbf{S} = \sqrt{\mathbf{S}^2}$$

4. Contribución al riesgo de cada deudor ( $RC_j$ )

La contribución al riesgo de cada deudor puede definirse como el efecto marginal de la presencia de la exposición sobre la desviación estándar de la distribución de pérdidas. Alternativamente, la contribución de riesgo puede ser definido como el efecto marginal de la presencia de la exposición sobre alguna otra medida del riesgo agregado al portafolio.

Analíticamente puede escribirse como:

$$RC_j = v_j \frac{\partial \mathbf{S}}{\partial v_j}$$

o

$$RC_j = \frac{v_j}{2\mathbf{S}} \frac{\partial \mathbf{S}^2}{\partial v_j}$$

5. Distribución de pérdidas reales

Para generar la distribución es necesario obtener la función generadora de probabilidad  $G(z)$ .

$$G(z) = e^{m[P(z)-1]}$$

donde

$$m = \sum_{j=1}^m m_j$$

$$P(z) = \frac{\sum_{j=1}^m m_j z^{v_j}}{m}$$

A continuación se presenta la aplicación numérica.<sup>4</sup> La exposición y el tipo de deudor, son datos que alimentan el modelo. Dependiendo de la cantidad que deben y de su comportamiento pasado se clasifica al deudor. Cada tipo de deudor tiene una tasa de incumplimiento asociada y una desviación estándar.

Deudor	Exposición	Tipo de deudor	Tasa de incumplimiento	Desviación estándar de la tasa de incumplimiento	Pérdida esperada	Contribución al riesgo
1	358,475	H	30.00%	15.00%	107,543	228,711
2	1,089,819	H	30.00%	15.00%	326,946	764,758
3	1,799,710	F	10.00%	5.00%	179,971	426,743
4	1,933,116	G	15.00%	7.50%	289,967	716,735
5	2,317,327	G	15.00%	7.50%	347,599	896,874
6	2,410,929	G	15.00%	7.50%	361,639	910,914
7	2,652,184	H	30.00%	15.00%	795,655	2,163,988
8	2,957,685	G	15.00%	7.50%	443,653	1,199,910
9	3,137,989	D	5.00%	2.50%	156,899	434,047
10	3,204,044	D	5.00%	2.50%	160,202	437,350
11	4,727,724	A	1.50%	0.75%	70,916	225,356
12	4,830,517	D	5.00%	2.50%	241,526	756,325
13	4,912,097	D	5.00%	2.50%	245,605	794,754
14	4,928,989	H	30.00%	15.00%	1,478,697	4,773,594
15	5,042,312	F	10.00%	5.00%	504,231	1,602,530
16	5,320,364	E	7.50%	3.75%	399,027	1,330,448
17	5,435,457	D	5.00%	2.50%	271,773	892,720
18	5,517,586	C	3.00%	1.50%	165,528	560,564
19	5,764,596	E	7.50%	3.75%	432,345	1,477,654
20	5,847,845	C	3.00%	1.50%	175,435	593,559
21	6,466,533	H	30.00%	15.00%	1,939,960	6,850,969
22	6,480,322	H	30.00%	15.00%	1,944,097	7,110,748
23	7,727,651	B	1.60%	0.80%	123,642	487,938
24	15,410,906	F	10.00%	5.00%	1,541,091	9,056,197
25	20,238,895	E	7.50%	3.75%	1,517,917	10,618,120

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
0	0.098814
202,389	-
404,778	0.014719
607,167	-
809,556	0.001370
1,011,945	-
1,214,334	0.015018
1,416,723	-
1,619,112	0.002784
1,821,501	0.005474
2,023,890	0.008248
2,226,279	0.001019
2,428,668	0.019091
2,631,057	0.000114
2,833,446	0.019051
3,035,835	0.009139
3,238,224	0.010212
3,440,613	0.001739
3,643,002	0.005051
3,845,391	0.000748
4,047,780	0.004273
4,250,169	0.002905
4,452,558	0.003678
4,654,947	0.001717
4,857,336	0.008482
5,059,725	0.026039
5,262,114	0.005857
5,464,503	0.013781
5,666,892	0.005933
5,869,281	0.009910
6,071,670	0.004282
6,274,059	0.007332
6,476,448	0.018686
6,678,837	0.019836

Percentil	Monto de la pérdida de la cartera de deudores
Media	14,221,863
50.00	11,089,455
75.00	20,498,062
95.00	38,908,486
67.50	46,152,128
<b>99.00</b>	<b>53,311,503</b>
99.50	62,033,181
99.75	68,612,540
99.90	77,133,478

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
6,881,226	0.006909
7,083,615	0.008011
7,286,004	0.003636
7,488,393	0.008345
7,690,782	0.006171
7,893,171	0.013664
8,095,560	0.005859
8,297,949	0.009539
8,500,338	0.006100
8,702,727	0.007243
8,905,116	0.006813
9,107,505	0.007949
9,309,894	0.006435
9,512,283	0.008901
9,714,672	0.006299
9,917,061	0.007116
10,119,450	0.007419
10,321,839	0.005611
10,524,228	0.006349
10,726,617	0.006053
10,929,006	0.006478
11,131,395	0.004788
11,333,784	0.006003
11,536,173	0.009856
11,738,562	0.009389
11,940,951	0.006923
12,143,340	0.006923
12,345,729	0.005813
12,548,118	0.006106
12,750,507	0.005123
12,952,896	0.007741
13,155,285	0.007399
13,357,674	0.007257
13,560,063	0.005127
13,762,452	0.005296
13,964,841	0.004817

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
14,167,230	0.005410
14,369,619	0.005735
14,572,008	0.006139
14,774,397	0.005050
14,976,786	0.005281
15,179,175	0.004634
15,381,564	0.004707
15,583,953	0.010074
15,786,342	0.004652
15,988,731	0.005594
16,191,120	0.004397
16,393,509	0.004369
16,595,898	0.004686
16,798,287	0.005424
17,000,676	0.004133
17,203,065	0.004341
17,405,454	0.004438
17,607,843	0.004387
17,810,232	0.003671
18,012,621	0.005581
18,215,010	0.004351
18,417,399	0.005488
18,619,788	0.004277
18,822,177	0.004333
19,024,566	0.003463
19,226,955	0.003728
19,429,344	0.003467
19,631,733	0.003960
19,834,122	0.003627
20,036,511	0.003542
20,238,900	0.007219
20,441,289	0.003564
20,643,678	0.005399
20,846,067	0.003398
21,048,456	0.004028
21,250,845	0.003288

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
21,453,234	0.004195
21,655,623	0.002992
21,858,012	0.003273
22,060,401	0.004080
22,262,790	0.004287
22,465,179	0.003035
22,667,568	0.003995
22,869,957	0.002555
23,072,346	0.004010
23,274,735	0.003257
23,477,124	0.003892
23,679,513	0.002696
23,881,902	0.003203
24,084,291	0.002540
24,286,680	0.002815
24,489,069	0.002674
24,691,458	0.002886
24,893,847	0.002566
25,096,236	0.003099
25,298,625	0.003659
25,501,014	0.002698
25,703,403	0.003065
25,905,792	0.002511
26,108,181	0.002750
26,310,570	0.002431
26,512,959	0.002571
26,715,348	0.002939
26,917,737	0.003055
27,120,126	0.002690
27,322,515	0.002694
27,524,904	0.002236
27,727,293	0.002489
27,929,682	0.002212
28,132,071	0.002680
28,334,460	0.002091
28,536,849	0.002526

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
28,739,238	0.002222
28,941,627	0.002297
29,144,016	0.002041
29,346,405	0.002116
29,548,794	0.001947
29,751,183	0.002162
29,953,572	0.001991
30,155,961	0.002074
30,358,350	0.001950
30,560,739	0.001858
30,763,128	0.001797
30,965,517	0.001789
31,167,906	0.001968
31,370,295	0.001678
31,572,684	0.001757
31,775,073	0.001916
31,977,462	0.001852
32,179,851	0.001731
32,382,240	0.001722
32,584,629	0.001575
32,787,018	0.001589
32,989,407	0.001514
33,191,796	0.001649
33,394,185	0.001556
33,596,574	0.001658
33,798,963	0.001456
34,001,352	0.001500
34,203,741	0.001374
34,406,130	0.001404
34,608,519	0.001358
34,810,908	0.001393
35,013,297	0.001295
35,215,686	0.001335
35,418,075	0.001246
35,620,464	0.001234
35,822,853	0.001457

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
36,025,242	0.001191
36,227,631	0.001271
36,430,020	0.001148
36,632,409	0.001154
36,834,798	0.001136
37,037,187	0.001162
37,239,576	0.001054
37,441,965	0.001054
37,644,354	0.001076
37,846,743	0.001061
38,049,132	0.000972
38,251,521	0.001082
38,453,910	0.000971
38,656,299	0.001059
38,858,688	0.000957
39,061,077	0.000977
39,263,466	0.000871
39,465,855	0.000898
39,668,244	0.000847
39,870,633	0.000875
40,073,022	0.000840
40,275,411	0.000839
40,477,800	0.000892
40,680,189	0.000815
40,882,578	0.000872
41,084,967	0.000772
41,287,356	0.000796
41,489,745	0.000740
41,692,134	0.000763
41,894,523	0.000706
42,096,912	0.000705
42,299,301	0.000732
42,501,690	0.000733
42,704,079	0.000675
42,906,468	0.000695

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
43,108,857	0.000619
43,311,246	0.000674
43,513,635	0.000627
43,716,024	0.000663
43,918,413	0.000583
44,120,802	0.000617
44,323,191	0.000566
44,525,580	0.000574
44,727,969	0.000549
44,930,358	0.000558
45,132,747	0.000529
45,335,136	0.000552
45,537,525	0.000548
45,739,914	0.000518
45,942,303	0.000513
46,144,692	0.000488
46,347,081	0.000485
46,549,470	0.000471
46,751,859	0.000472
46,954,248	0.000466
47,156,637	0.000465
47,359,026	0.004590
47,561,415	0.000449
47,763,804	0.000425
47,966,193	0.000426
48,168,582	0.000404
48,370,971	0.000417
48,573,360	0.000387
48,775,749	0.000404
48,978,138	0.000382
49,180,527	0.000387
49,382,916	0.000362
49,585,305	0.000363
49,787,694	0.000346
49,990,083	0.000352

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
50,192,472	0.000339
50,394,861	0.000341
50,597,250	0.000326
50,799,639	0.000622
51,002,028	0.000309
51,204,417	0.000306
51,406,806	0.000310
51,609,195	0.000293
51,811,584	0.000293
52,013,973	0.000292
52,216,362	0.000285
52,418,751	0.000278
52,621,140	0.000273
52,823,529	0.000261
53,025,918	0.000258
53,228,307	0.000253
53,430,696	0.000253
53,633,085	0.000243
53,835,474	0.000248
54,037,863	0.000235
54,240,252	0.000236
54,442,641	0.000224
54,645,030	0.000223
54,847,419	0.000215
55,049,808	0.000215
55,252,197	0.000207
55,454,586	0.000207
55,656,975	0.000199
55,859,364	0.000197
56,061,753	0.000198
56,264,142	0.000188
56,466,531	0.000189
56,668,920	0.000181
56,871,309	0.000179
57,073,698	0.000175
57,276,087	0.000173

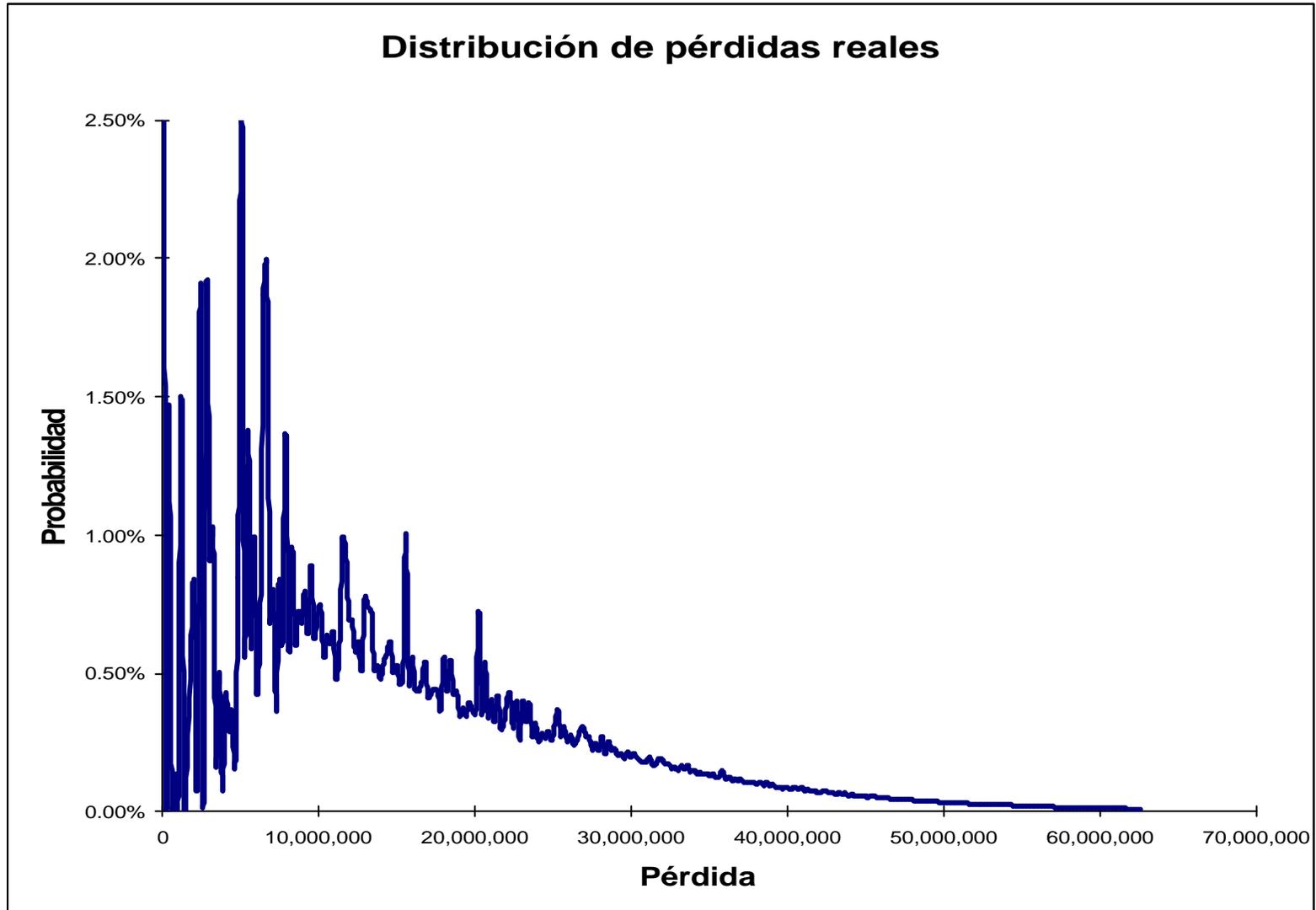
Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
57,478,476	0.000166
57,680,865	0.000163
57,883,254	0.000162
58,085,643	0.000159
58,288,032	0.000153
58,490,421	0.000155
58,692,810	0.000147
58,895,199	0.000149
59,097,588	0.000143
59,299,977	0.000143
59,502,366	0.000135
59,704,755	0.000135
59,907,144	0.000130
60,109,533	0.000129
60,311,922	0.000126
60,514,311	0.000124
60,716,700	0.000122
60,919,089	0.000120
61,121,478	0.000119
61,323,867	0.000114
61,526,256	0.000113
61,728,645	0.000109
61,931,034	0.000108
62,133,423	0.000105
62,335,812	0.000103
62,538,201	0.000102
62,740,590	0.000100
62,942,979	0.000097
63,145,368	0.000096
63,347,757	0.000092
63,550,146	0.000092
63,752,535	0.000089
63,954,924	0.000089
64,157,313	0.000085
64,359,702	0.000085
64,562,091	0.000082

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
64,764,480	0.000081
64,966,869	0.000078
65,169,258	0.000078
65,371,647	0.000075
65,574,036	0.000075
65,776,425	0.000073
65,978,814	0.000072
66,181,203	0.000070
66,383,592	0.000068
66,585,981	0.000067
66,788,370	0.000065
66,990,759	0.000064
67,193,148	0.000063
67,395,537	0.000062
67,597,926	0.000061
67,800,315	0.000059
68,002,704	0.000058
68,205,093	0.000057
68,407,482	0.000055
68,609,871	0.000055
68,812,260	0.000053
69,014,649	0.000053
69,217,038	0.000051
69,419,427	0.000051
69,621,816	0.000049
69,824,205	0.000048
70,026,594	0.000047
70,228,983	0.000046
70,431,372	0.000045
70,633,761	0.000044
70,836,150	0.000043
71,038,539	0.000042
71,240,928	0.000041
71,443,317	0.000040
71,645,706	0.000040

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
71,848,095	0.000039
72,050,484	0.000038
72,252,873	0.000037
72,455,262	0.000037
72,657,651	0.000036
72,860,040	0.000035
73,062,429	0.000034
73,264,818	0.000033
73,467,207	0.000033
73,669,596	0.000032
73,871,985	0.000031
74,074,374	0.000031
74,276,763	0.000030
74,479,152	0.000030
74,681,541	0.000029
74,883,930	0.000028
75,086,319	0.000027
75,288,708	0.000027
75,491,097	0.000026
75,693,486	0.000026
75,895,875	0.000025
76,098,264	0.000025
76,300,653	0.000024
76,503,042	0.000024
76,705,431	0.000023
76,907,820	0.000023
77,110,209	0.000022
77,312,598	0.000022
77,514,987	0.000021
77,717,376	0.000021
77,919,765	0.000020
78,122,154	0.000020
78,324,543	0.000020
78,526,932	0.000019
78,729,321	0.000019

Monto de la pérdida de la cartera de deudores	Probabilidad
78,931,710	0.000018
79,134,099	0.000018
79,336,488	0.000018
79,538,877	0.000017
79,741,266	0.000017
79,943,655	0.000017
80,146,044	0.000016
80,348,433	0.000016
80,550,822	0.000015
80,753,211	0.000015
80,955,600	0.000015
81,157,989	0.000014
81,360,378	0.000014
81,562,767	0.000014
81,765,156	0.000014
81,967,545	0.000013
82,169,934	0.000013
82,372,323	0.000013
82,574,712	0.000012
82,777,101	0.000012
82,979,490	0.000012
83,181,879	0.000012
83,384,268	0.000011

Gráfica 1



## EL MÉTODO DE MONTE CARLO COMO INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE CRÉDITO

Una de las aplicaciones de método de Monte Carlo es aquella que sirve para simular diferentes escenarios para calcular el valor de un portafolio de inversión en una fecha futura. El valor en riesgo del portafolio se puede obtener directamente de la distribución de los valores simulados del portafolio <sup>5</sup>.

Este es el concepto básico detrás del método de Monte Carlo, el simular repetidamente un proceso aleatorio para la variable financiera de interés abarcando una amplia gama de posibles situaciones. De este modo estas simulaciones recrean la distribución del valor del portafolio <sup>6</sup>.

Esta flexibilidad, permite que el método de Monte Carlo se pueda aplicar para calcular una variedad de valores en riesgo, en particular el riesgo de crédito <sup>7</sup>.

La simulación inicia al elegir un modelo estocástico para el comportamiento de la tasa de incumplimiento, comúnmente se utiliza el método geométrico de movimiento browniano. El modelo asume que el cambio en la tasa de incumplimiento no está correlacionado con el tiempo y que los pequeños movimientos en su valor pueden ser descritos por :

$$d I_t = \mu_t I_t dt + \sigma_t I_t dz$$

donde:  $\lambda_t$  es la tasa de incumplimiento en ese período

$\mu_t$  y  $\sigma_t$  son dos constantes que representan la velocidad instantánea y la volatilidad al tiempo t

$dz$  es una variable aleatoria normal con media cero y varianza  $dt$ ; y se dice que presenta un comportamiento browniano ya que su varianza decrece continuamente en el intervalo de tiempo  $V(dz) = dt$

En la práctica el tener un incremento infinitesimal  $dt$  es aproximado por un movimiento discreto de tamaño  $\Delta t$ , donde:

$t$  es el tiempo presente,

$T$  es el tiempo futuro de maduración del instrumento; en el caso de un microcrédito es la fecha en que se realiza el último pago y

$\tau = T-t$  es el tiempo de vencimiento o maduración.

Al generar una serie de variables aleatorias  $\lambda_{t+i}$  sobre el intervalo  $\tau$  con  $n$  incrementos  $\Delta t = \tau/n$  y al integrar  $d\lambda/\lambda$  sobre un intervalo finito, se tiene aproximadamente:

$$\Delta I_t = I_{t-1} (m\Delta t + se\sqrt{\Delta t})$$

donde  $\varepsilon$  es ahora una variable aleatoria con distribución normal estándar con  $\mu=0$  y  $\sigma^2=1$ .

Para simular la tendencia de los precios para  $\lambda$ , se inicia con  $\lambda_t$ , y se genera una secuencia de épsilons( $\varepsilon$ ) para  $i=1,2,\dots,n$ . Luego  $\lambda_{t+i}$  está fijo en :

$$I_{t+i} = I_t + I_t (m\Delta t + se_1\sqrt{\Delta t})$$

Del mismo modo:

$$\lambda_{t+i} = \lambda_{t+i-1} + \lambda_{t+i-1} (\mu\Delta t + \sigma\varepsilon_2\sqrt{\Delta t})$$

Así hasta alcanzar la fecha futura fija donde  $\lambda_{t+n} = \lambda_T$

Al modelar el riesgo de crédito en el préstamo a una microempresa, se supone que la tasa de incumplimiento de pago en un bono es semejante a la tasa de incumplimiento en una cartera de microfinanciamiento, ya que ambos tipos de riesgo tienen un valor positivo.

El valor libre de riesgo en un bono, es igual al precio del bono riesgoso excepto por la probabilidad por falta de pago, como lo es un bono gubernamental con la misma fecha de

vencimiento. Para una cartera de microfinanciamiento este valor de riesgo se calculará mediante un sistema de amortización gradual.

La amortización gradual es un método en el que los abonos son iguales lo mismo que la frecuencia por lo que representa una interesante aplicación de las anualidades.

$$P_t^* = (1 - I\Delta t)P_t + I\Delta t(f P_t)$$

En la ecuación anterior  $f$  representa la tasa de recuperación dentro de una cartera de microfinanciamiento.

Las tasas de incumplimiento de pago pueden variar con el tiempo; se sabe que están correlacionadas con los ciclos económicos y los indicadores empresariales de rentabilidad, es decir con el estado de la economía en general.

Lo que interesa al aplicar el método de Montecarlo para evaluar el riesgo en el otorgamiento de un crédito a una microempresa es el cálculo de la pérdida esperada y su distribución, señalando el impacto que tiene la volatilidad y la velocidad de la tasa de incumplimiento en el comportamiento de esta pérdida.

## **APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MONTECARLO**

Para obtener la pérdida esperada y su distribución se considera una cantidad de \$5,000.00 a amortizar en 6 pagos bimestrales utilizando una tasa efectiva bimestral de 4.53% y se trabajó con una tasa de incumplimiento de 3.5% y una tasa de recuperación de 2.53%<sup>8,9</sup>.

Los pasos aplicados en el cálculo de la pérdida son:

1. Se toma una matriz de  $1000 * 6$  que contenga valores aleatorios estandarizados, los cuales representan el factor riesgo.
2. Se determinan los cambios en la tasa de incumplimiento de pago cada bimestre, utilizando las respectivas velocidades y volatilidades, aplicando:

$$\Delta I_t = I_{t-1} (m\Delta t + se\sqrt{\Delta t})$$

3. Se calcula la tasa de incumplimiento de pago en el período t+1 aplicando:

$$I_{t+1} = I_t + I_t (m\Delta t + se_1\sqrt{\Delta t})$$

4. Se obtiene el valor libre de riesgo de la cartera de microcréditos, mediante una tabla de amortización gradual.
5. Se calcula el valor en riesgo del microcrédito aplicando:

$$P_t^* = (1 - I\Delta t)P_t + I\Delta t(fP_t)$$

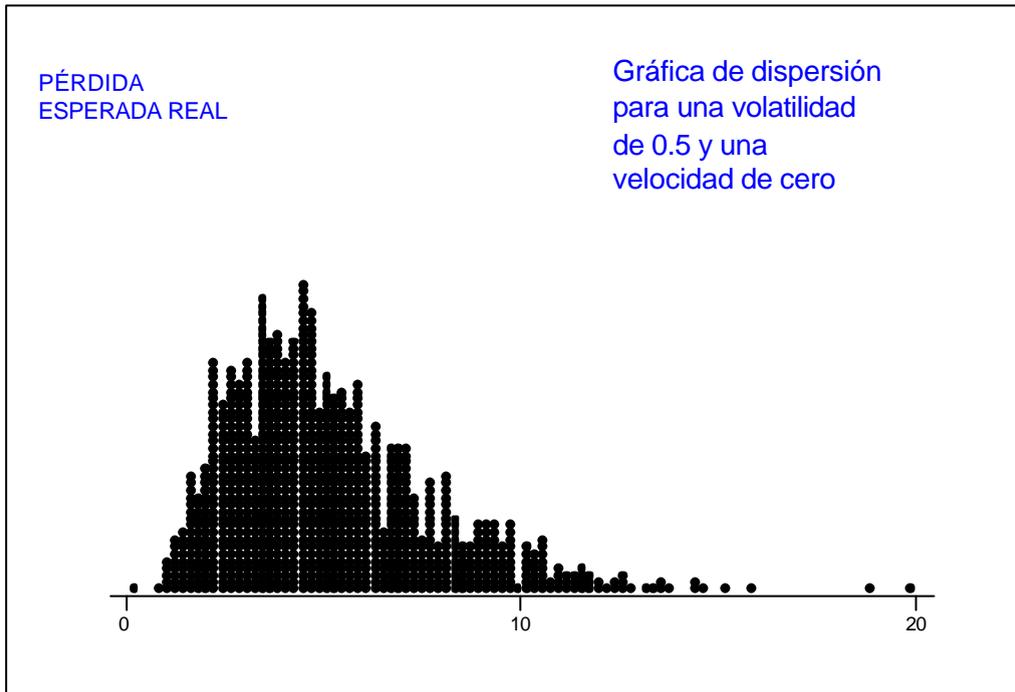
6. Se obtiene la pérdida esperada restando al valor en riesgo el valor libre de riesgo.

### ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

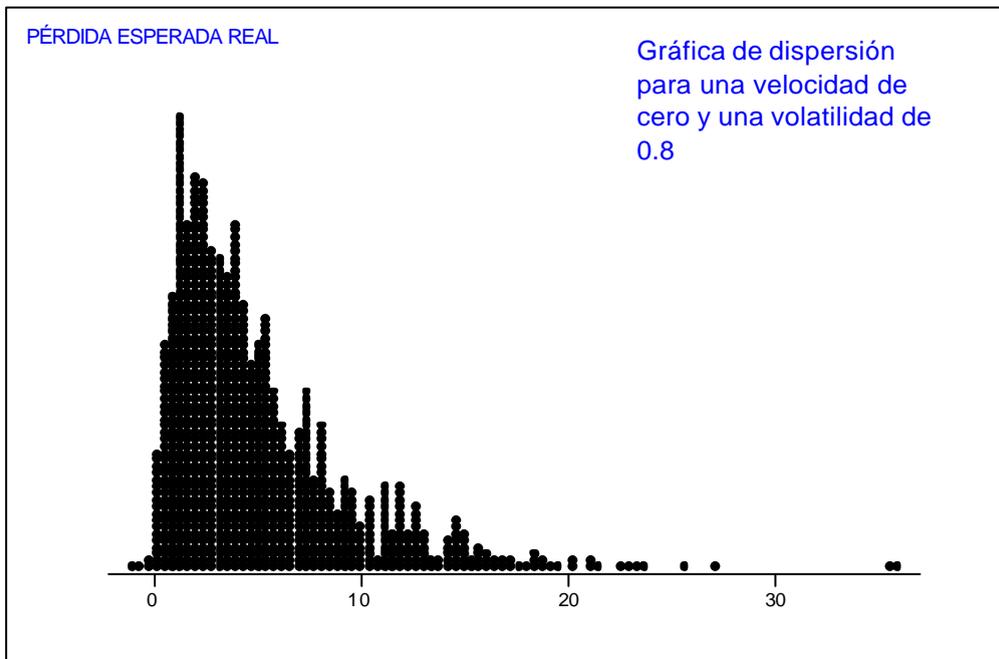
Los cambios por periodo en la tasa de incumplimiento están en función de la volatilidad y de la velocidad.

Al *variar la volatilidad* se obtiene el siguiente resultado: Mientras más aumenta la volatilidad, la distribución de la pérdida esperada sufre un sesgo hacia la izquierda perdiendo su comportamiento como normal. Esto se ve claramente en las siguientes dos gráficas:

Gráfica 2

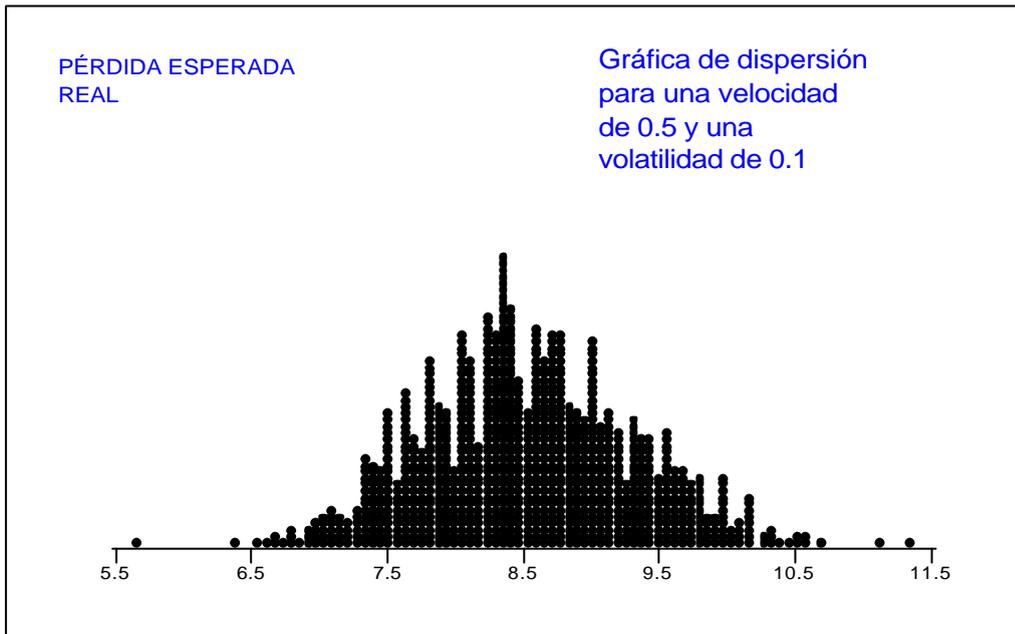


Gráfica 3

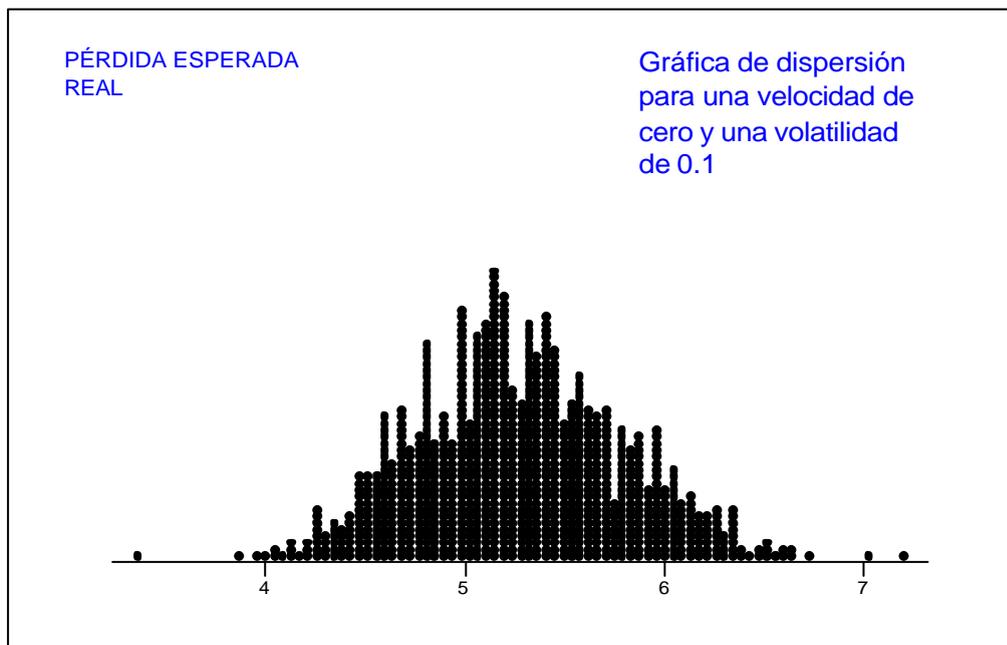


Al *variar la velocidad*, la distribución de la pérdida se mantiene como una normal pero los valores extremos de la distribución aumentan. Esto se aprecia en las siguientes gráficas:

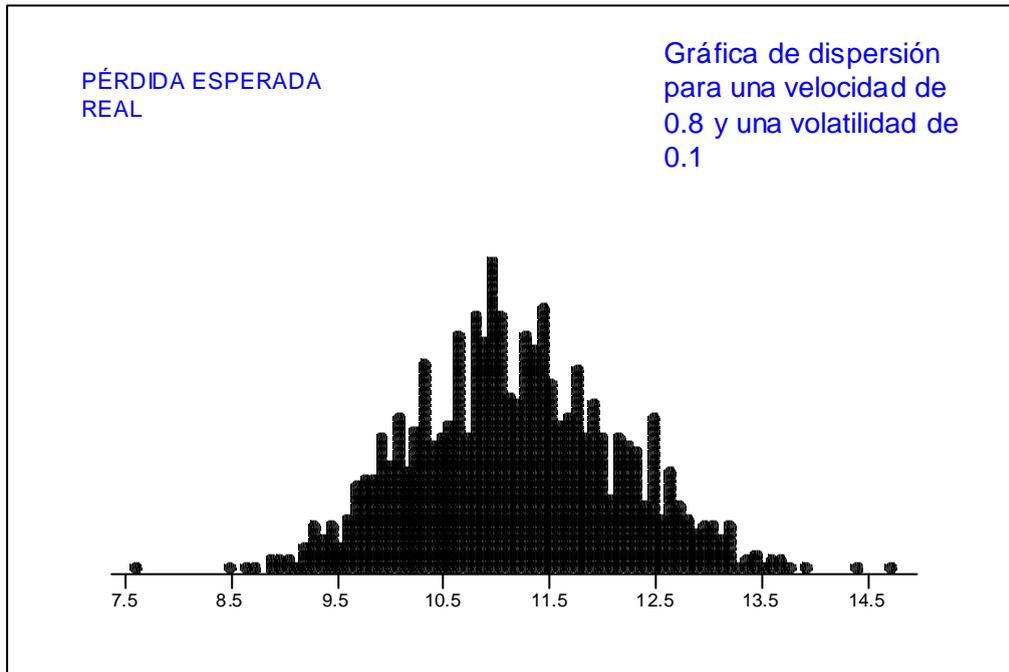
Gráfica 4



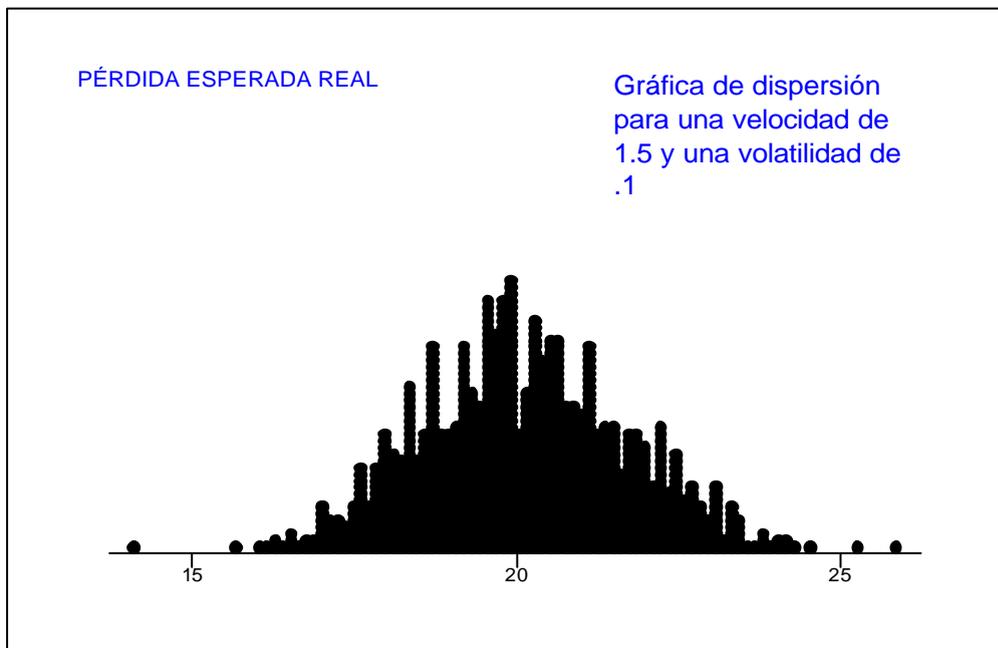
Gráfica 5



Gráfica 6



Gráfica 7



Claramente se observa que se amplía el intervalo de frecuencias donde se localiza la pérdida, al aumentar la velocidad de la tasa de incumplimiento, lo que provoca un aumento en la confiabilidad y una pérdida en la exactitud.

Al aplicar diferentes velocidades a la tasa de incumplimiento es posible realizar una serie de pronósticos que permitirán tener más elementos a la hora de tomar una decisión.

Finalmente se puede afirmar que la volatilidad constituye un elemento determinante en el cálculo de la pérdida esperada, ya que marca su comportamiento, sesgándolo sí su valor es muy alto. Mientras que la velocidad, no influye gravemente en el comportamiento de la pérdida esperada, ya que en ninguno de los casos cambia la distribución de la pérdida, sólo aumenta el intervalo de frecuencias donde esta se mueve.

Ya conociendo la pérdida esperada es posible obtener un intervalo de confianza para la misma lo cual permitirá una mejor toma de decisiones.

## **CONCLUSIONES**

Sí es posible realizar una evaluación del riesgo en el otorgamiento de créditos a las microempresas al obtener la pérdida esperada así como la distribución de pérdidas.

En ambos métodos aplicados, la volatilidad de la tasa de incumplimiento es el factor determinante en el comportamiento de la pérdida esperada y su distribución.

El modelo de Credit Risk+ permite realizar diferentes análisis al considerar diferentes escenarios tanto para los deudores como para la cartera de crédito en general.

### Referencias bibliográficas y notas.

1. Simón Sauri, Rodica; “*La tasa de interés y el manejo del riesgo en el otorgamiento de créditos a la microempresa: estudio de caso*” en Microempresa, financiamiento y desarrollo: el caso de México, coordinador Ricardo W Skertchy, Universidad Anáhuac del Sur, Miguel Angel Porrúa 2000, pag. 169.
2. Es parte de un proyecto de investigación sobre “*Evaluación y administración del riesgo en el otorgamiento de créditos a las microempresas*” en el cual he estado trabajando desde hace 2 años en la Universidad Anáhuac del Sur.
3. Credit Suisse Financial Products. “*Credit Risk+ is a method of credit risk management introduced by Credit Suisse Group*”, Copyright 1997, página [www.csfp.csh.com](http://www.csfp.csh.com)
4. Credit Suisse Financial Products. “*Credit Risk+ Example 1 A*”.
5. Jorion, Philippe; “*Valueat risk, the new benchmark for controlling market risk*”, E.U.A., Mc Graw Hill, 1997, pag. 231
6. Ibídem, pag. 232
7. Ibídem.
8. Villagrán Montoya, Julia Gabriela; “*Riesgo, evaluación en el financiamiento a microempresas*”, Tesis presentada para obtener el título de Licenciado en Actuaría en la Universidad Anáhuac del Sur, 1999.
9. Este trabajo de tesis fue dirigido por la Act. Rodica Simón Sauri dentro del marco del proyecto de investigación que está realizando.