

Análisis de riesgo en los métodos de pronósticos para la toma de decisiones financieras *

INFORME DE INVESTIGACIÓN

Sindy Viviana Giraldo-Arcilla¹

Facultad de Ingeniería, Ingeniería Financiera
Universidad Libre. Pereira - Colombia.
<https://orcid.org/0000-0002-4097-9351>
Correo electrónico: sindyv.giraldoa@unilibre.edu.co

Diego Montoya-Ramírez²

Facultad de Ingeniería,
Ingeniería Comercial
Universidad Libre. Pereira - Colombia. Correo
electrónico: montoya@unilibre.edu.co

Sergio Augusto Fernández-Henao³

Facultad de Administración,
Ingeniería de Productividad y
Calidad. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
Medellín - Colombia.
<https://orcid.org/0000-0002-3830-8102>
Correo electrónico: sfernandez@elpoli.edu.co

Recibido: 16-05-2019

Revisado: 31-05-2019

Aceptado: 13-10-2019

Resumen

De acuerdo al alto grado de incertidumbre, en la toma de decisiones empresariales, es importante contemplar la medición del riesgo; por lo anterior, la investigación tuvo como finalidad cuantificar la incertidumbre existente del Costo de Capital Promedio Ponderado (WACC), que podrían tener los inversionistas de la empresa ABC del sector farmacéutico de Colombia para el período 2016. El pronóstico del WACC se realizó con los métodos tradicionales determinísticos como son los de Mínimos Cuadrados Ordinarios, esperanza matemática y promedios móviles con el método estocástico, basado en las distribuciones de probabilidad ajustadas de las variables objeto de estudio en el cálculo del WACC que ofrece el simulador de riesgo al cuantificar la incertidumbre. Es así, como se evidenció que el costo de capital supera la tasa libre de riesgo de los bonos a 10 años. Igualmente, se pudo mostrar que el WACC proyectado sin el simulador fue de 10,12% lo que da un escenario estático, en cambio, con el simulador estaría entre el 6,14% y 9,7%, con una probabilidad del 95%, lo que, brinda un ambiente dinámico para la toma de decisiones con escenarios pesimistas y optimistas dado el rango obtenido. Para lo anterior, fue necesario obtener información histórica del 2011 al 2015 de los estados financieros y el sector para realizar una simulación estocástica con el Risk Simulator.

Palabras clave: decisiones financieras, pronóstico, riesgo.

Risk Analysis in Forecasting Methods for Financial Decision Making

ABSTRACT

According to the high degree of uncertainty, when making business decisions, it is important to contemplate the measurement of risk; therefore, the research resulted in quantifying the existing uncertainty of the Weighted Average Capital Cost (WACC), which may be held by the ABC company's investors in the pharmaceutical sector of Colombia for the 2016 period. The WACC forecast was made with the traditional deterministic methods such as the Ordinary Least Squares, mathematical expectation and moving averages with the stochastic method, based on the adjusted probability distributions of the variables under study in the WACC calculation offered by the risk simulator when quantifying uncertainty. This is how it was shown that the cost of capital exceeds the risk-free rate of the 10-year bonds. Likewise, it was possible to show that the WACC projected without the simulator was 10.12%, which gives a static scenario, in change, with the simulator would be between 6.14% and 9.7%, with a 95% probability, which provides a dynamic environment for decision making with pessimistic and optimistic scenarios given the range obtained. For the above, it was necessary to obtain historical information from 2011 to 2015 of the financial statements and the sector to perform a stochastic simulation with the Risk Simulator.

Key words: financial decisions, forecast, risk.

¹ Ingeniera Financiera. Magíster en Administración Económica y Financiera. Profesora Asociada e Investigadora en el Programa de Ingeniería Financiera en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre, Pereira, Colombia.

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=zbv0yN4AAAAJ>

² Ingeniero Electricista. Magíster en Investigación Operativa y Estadística. Profesor Asociado en el Programa de Ingeniería Comercial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Libre, Pereira, Colombia.

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=gk9fANUAAAAJ>

³ Ingeniero Industrial. Magíster en Investigación Operativa y Estadística. Coordinador de la Red Académica de Productividad "REDPROD". Profesor Asociado e Investigador en el Programa de Ingeniería de Productividad y Calidad del Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia.

<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=Ub5nxXcAAAAJ>

[*]Resultados del proyecto de investigación titulado "Análisis de Riesgo para la toma de Decisiones Empresariales" ejecutado durante el año 2017 por el semillero de investigación financiera, adscrito al Programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Libre seccional Pereira, Colombia.

Como citar este artículo - How to cite this article

Giraldo-Arcilla, S., Montoya-Ramírez, D. y Fernández-Henao, S. (2020). Análisis de riesgo en los métodos de pronósticos para la toma de decisiones financieras. *Revista Visión Gerencial*, 19(1), 129-139. Recuperado de: <http://erevistas.saber.ula.ve/visiongerencial>

1. Introducción

En esta investigación se compara el cálculo del Costo de Capital Promedio Ponderado -WACC- proyectado a través de los métodos de pronósticos determinístico convencional que en su metodología manejan resultados estáticos que prescinden de la cuantificación del riesgo e incertidumbre y un método avanzado estocástico, que permite a través de la simulación obtener una probabilidad de ocurrencia del resultado de la variable esperada.

Para lo anterior, es necesario implementar herramientas estadísticas de distribución de probabilidad que determinan los comportamientos futuros para la disminución considerable de la brecha de incertidumbre, que permita analizar variables cualitativas y cuantitativas frente a los cambios que se registran a nivel externo e interno. Lo anterior, a través del análisis de los factores que inciden en la organización, con el fin de reducir el riesgo en la disminución de utilidades netas del ejercicio, que se pueden ver afectadas por una inadecuada aplicación de pronósticos como es: El exceso de inventario, los ingresos por ventas y la devolución, reducción de márgenes de ventas debido a la implementación de descuentos con el ánimo de cumplir los objetivos, baja capacidad de reacción frente a emergencias de producción de último momento.

Sin embargo, es imprescindible tener presente que la subjetividad se encuentra implícita en dicha naturaleza ya que situaciones como el estado de ánimo, percepciones, la experiencia, el perfil profesional, entre otras, afectan los juicios en distintos niveles.

De otra forma, se exalta la importancia de que el análisis de riesgo en la toma de decisiones, ha surgido y mejorado a través de teorías y técnicas cuantitativas, por la necesidad de predecir el comportamiento de las variables, en los que se destaca el método Monte Carlo manejado por Hertz para obtener el valor medio más probable y

la dispersión, debido a su bondad estocástica, dada la generación de números aleatorios dentro del sistema, al utilizar parámetros de distribución de probabilidad lo que diferencia las estructuras de simulación (Velásquez, S. y Velásquez, R., 2012), que a través de la econometría, una disciplina de la medición económica mediante la matemática y estadística; busca cuantificar la relación existente entre diferentes variables que se incluyen en un modelo económico y los datos observados en la vida real (Gujarati y Porter, 2009).

Algunos antecedentes internacionales que se identificaron para la investigación fueron "Analysis of economic and financial viability and risk evaluation of a wind project with Monte Carlo simulation", una investigación que aplica la metodología Monte Carlo para evaluar la viabilidad financiera de un proyecto de inversión de una planta de generación de energía eólica en diferentes ubicaciones brasileñas, donde realizaron el cálculo del WACC aplicando el método CAPM y teniendo en cuenta las betas de Damodaran (Anjoletto, Aparecido, & Moralles, 2017).

La investigación "Prácticas de evaluación financiera de inversiones en Colombia" se enfoca en los criterios de evaluación de proyectos de inversión en empresas de Colombia, realizando un análisis inferencial del uso de criterios financieros predominantes en las empresas donde resaltan que el modelo CAPM aunque es utilizado con poca frecuencia es uno de los modelos con mayor aceptación siendo avalado para la consideración de la tasa de descuento (Vecino, Rojas, y Muñoz, 2015).

La metodología de pronósticos permite reducir la incertidumbre de eventos futuros, al estimar escenarios bajo probabilidad de aceptación y confiabilidad, de manera que la información adicional facilita a las empresas la toma de decisiones contemplando diferentes escenarios posibles. A pesar que los pronósticos están sujetos a proximidades ya que es imposible coincidir con un valor exacto en la realidad considerablemente acertado, su obtención

es de vital importancia, ya que estos ayudan a realizar estrategias tempranas para que el impacto de eventos futuros no sea significativo sobre el desarrollo y actividad de la sociedad empresarial.

Autores como Monterrey y Sánchez (2017), realizaron una evaluación crítica de los métodos de predicción de la rentabilidad basados en el concepto de persistencia, probando su eficacia sobre una amplia muestra de empresas españolas, concluyendo que:

La calidad de las predicciones no depende solamente de la elección del método de estimación, sino que también guarda una importante relación con las propias características corporativas de las compañías, tales como el tamaño, las tasas de crecimiento o los niveles actuales de rentabilidad (p. 95).

Continuamente, en el análisis de riesgo, autores como Hincapié (2007), por medio de la definición de conceptos de riesgo financiero, analiza la incidencia del mismo en diferentes variables de desempeño que intervienen en la competitividad mediante la teoría de recursos y capacidades, donde autores (Azofeifa, 2004; Cruz y Bazzani, 2008; Manotas y Toro, 2009) realizan estudios cuantitativos demostrando la importancia de trascender de los modelos estáticos a dinámicos mediante la cuantificación del riesgo, de manera que (Azofeifa, 2004) expone en un estudio de caso la importancia en la que evidencia el impacto en la medición de escenarios estáticos y dinámicos al introducir en el mercado un nuevo producto, por lo cual, efectuó un análisis de riesgo determinístico para realizar una simulación Monte Carlo contemplando el grado de incertidumbre y la probabilidad de ocurrencia del escenario.

Muchos autores determinan la complejidad de los modelos dinámicos, dado que

“La probabilidad y la estadística son aspectos que están cargados de hechos, conjeturas, paradojas y problemas desafiantes mostrando que en muchas ocasiones, la intuición, los aspectos

filosóficos, teológicos, políticos y sociales han jugado un papel importante en la constitución de los objetos estocásticos” (Díaz, 2010, p. 10).

Para determinar qué método de pronóstico es adecuado utilizar, de acuerdo con la información histórica con que se cuenta, es necesario analizar el coeficiente de correlación, a fin de determinar la bondad de ajuste de la distribución, ya que este permite identificar la similitud de dos variables que acontece cuando el coeficiente es más alto y más bajo cuando los valores entre estas son invertidos, de manera que mientras una aumenta la otra disminuye (Martínez, Tuya y Pérez, 2009).

Estadísticamente, cuando los datos presentan irregularidades en su comportamiento, con incrementos y disminuciones a través del tiempo y su coeficiente de correlación es inferior a 0.5, lo indicado es aplicar el método de esperanza matemática que es el promedio de los valores históricos de una variable; pero cuando el coeficiente se ubica en un rango entre 0.5 y 0.9 se utiliza el método incremental como promedio de las variaciones absolutas de la variable que se desea proyectar, que al ser sumado al último registro del valor histórico, se obtiene el valor futuro estimado, de forma que para valores superiores a 0.9 es importante aplicar Mínimos Cuadrados Ordinarios, revisando la tendencia que más se ajuste al comportamiento histórico de los datos, cuya bondad se determina mediante el coeficiente de determinación ajustado, que entre mayor sea mejor es el resultado del pronóstico (Aguirre y Montoya, 2016).

La importancia del manejo de Risk Simulator en los procesos empresariales, se basa en las herramientas implementadas que permiten evaluar los posibles escenarios de resultados que infieren en la toma de decisiones financieras dentro de la organización, teniendo en cuenta el grado de confiabilidad de los resultados a través del método Monte Carlo que realiza simulaciones probabilísticas.

Cabe resaltar que en esta investigación no fue procedente presentar una comparación de resultados con otros estudios realizados debido a que antecedentes investigativos en los últimos años no se enfocan en los métodos de pronóstico para evaluar el comportamiento del WACC a través del tiempo.

Publicaciones como es el caso del costo de capital en las pymes en Colombia: una revisión (Restrepo & Jiménez, 2017), infiere desde una evaluación cuantitativa el costo de capital de las empresas pymes en Colombia para el sector de comercio al por mayor que en el año 2015 el costo de capital fue de 8,36% para las microempresas, 9,75% las pequeñas y las medianas un 9,15%. Otros estudios, se enfocan a la descripción y análisis del contexto teórico como lo realizan en los estudios como es el contexto de ¿los modelos basados en el CAPM valoran adecuadamente los emprendimientos familiares?, que se remite a mostrar la pertinencia del uso del modelo CAPM y VPN en las empresas familiares (Wong & Chirinos, 2016), la Teoría de la estructura de capital y su impacto en la toma de decisiones de inversión y financiamiento, que analiza las teorías de estructura de capital y evalúa a través de dos casos (Rodríguez, 2011), el Costo de Capital en entornos económicos cambiantes: Caso Valle de Aburrá (Antioquia), presenta por objetivo calcular el costo de la deuda, patrimonio y de capital para evaluar el comportamiento de las variables entre el periodo 2005-2009 (Moscoso, Sepúlveda, García, & Restrepo, 2012).

2. Metodología

El presente documento de investigación, evalúa el costo de capital promedio ponderado "WACC" de la empresa ABC que tiene como misión proveer soluciones de salud y bienestar a sus clientes, a través de una comercialización y logística, generadoras de valor en productos, medicamentos y dispositivos médicos, para lo cual, fue necesario descargar los estados

financieros de la plataforma de Sistema de Reporte Empresarial (SIREM) de la Superintendencia de Sociedades de Colombia, que a la fecha presenta los períodos consecutivos 2011-2015, donde la veracidad de la información suministrada por cada empresa es certificado conforme en lo consagrado en los artículos 37, 38 y 39 de la ley 222 de 1995.⁴

A fin de calcular el WACC y evaluar el comportamiento histórico y determinar algunas expectativas del posible costo para el año 2016, considerado el WACC como la tasa de rendimiento interno que la compañía como mínimo deberá generar para poder dar cumplimiento a las obligaciones causadas por la empresa para fondar uno o varios proyectos, de forma que si supera el valor proyectado, se toma como rentabilidad el valor diferencial (García y Meling, 2010).

Esta simulación fue aplicada como escenario de estudio al comportamiento de las variables. La metodología está dada por la identificación de la estructura de capital de la empresa, teniendo en cuenta el porcentaje representativo de la deuda y el patrimonio de la empresa. La ecuación del Costo de Capital o el WACC, es la siguiente:

$$WACC = (K_e * \%P) + (K_{dt} * \%D)$$

De donde:

- %P: Razón patrimonial.
- %D: Razón de endeudamiento.
- $K_e = R_f + BL(R_m - R_f)$: Costo de patrimonio, considerado como la tasa que representa el costo de financiar los recursos propios aportados por inversionistas, que se obtiene de la tasa libre de riesgo (R_f), la beta apalancada de la empresa (BL) y el retorno del mercado (R_m).

⁴ Estos artículos hacen referencia a que las entidades gubernamentales que ejerzan inspección, vigilancia o control, podrían exigir la difusión de los estados financieros al menos una vez al año con corte a 31 de diciembre y deben estar debidamente certificados y difundidos junto con la opinión profesional correspondiente, como la del revisor fiscal o a falta de éste, del contador público.

- $K_d(1-T)$: El Costo de la deuda después de impuestos, donde la tasa de impuestos se identifica de acuerdo a la operación impuestos dividido la utilidad antes de intereses e impuestos, valores que se obtienen del estado de resultados, de acuerdo con la metodología de Alberto García Nava y Ludgar Meling Paredes Hernández.

Para poder calcular el Costo de Capital, reconocido como la tasa de rentabilidad mínima que debe producir los activos de la empresa (Duque & Báez, 2012) se determinó el indicador de rentabilidad del patrimonio (ROE) de la empresa y del sector para los períodos de estudio y así identificar mediante un análisis de regresión, el riesgo del mercado y la beta de la empresa (Martínez, Ledesma, & Russo, 2014).

3. Resultados y discusión

Los valores de la deuda corresponden a las obligaciones financieras de corto y largo plazo, el patrimonio se obtiene del valor registrado en los estados financieros de la empresa de acuerdo al período; así mismo, la variable de costo de la deuda, surge de la participación de la deuda, que está dado por la división de los gastos de intereses sobre la deuda, según lo expresado por los autores García Nava & Paredes Hernández (2014).

En la tabla N° 1 se exhibe los resultados obtenidos del cálculo del Costo de Capital. A fin de proyectar las variables que inciden en la sensibilización del cálculo del WACC, primero se analizó la correlación existente entre la variable independiente y la dependiente a fin de identificar el método de pronóstico más ajustado según el comportamiento histórico de las variables

objeto de estudio; seguidamente se efectuó el análisis de la metodología de Mínimos Cuadrados Ordinarios, seguido del método incremental y la esperanza matemática como se determina en la Tabla N° 2.

Al analizar el coeficiente de determinación ajustado (R^2), coeficiente que mide la capacidad explicativa de la variable independiente sobre la variable dependiente, no todas las variables presentan un adecuado ajuste a la tendencia obtenida por Mínimos Cuadrados Ordinarios, dado que se considera que para ser eficiente, el coeficiente de ajuste debe ser igual a 1 para un ajuste perfecto; por lo cual valores no muy superiores explicarían la no representatividad del modelo según la relación existente entre las variables (Martínez, 2005).

Por lo anterior, el coeficiente de determinación de la variable "Deuda largo plazo", fue de 0,49, por lo tanto, según lo descrito por Aguirre y Montoya (2016), esta debe ser proyectada por otro método como es el de la esperanza matemática, dado que al analizar el coeficiente de correlación absoluto se presentó un valor inferior a 0,5; lo que indica que el valor para el 2016 de las ventas sería de \$3.068.698 pesos, este sería el valor promedio en la serie.

Así mismo, sucede en el caso de la variable "Gastos de intereses", con un R^2 de 0,77 y una correlación inferior de 0,192, donde el resultado más óptimo refiere al valor proyectado por esperanza matemática de \$818.230 pesos. Para la tasa libre de riesgo que se obtuvo un R^2 de 0,77 y una correlación de 0,80; se determina que dentro de las clasificaciones del estudio para proyectar la variable en un escenario estático, la tendencia Polinómica fue el mejor ajuste encontrado.

Tabla N° 1. Cálculo histórico del WACC empresa ABC.

VARIABLES	2011	2012	2013	2014	2015
DEUDA CORTO PLAZO	\$ 6.861.176	\$ 5.749.428	\$ 5.132.165	\$ 2.628.894	\$ 2.321.359
DEUDA LARGO PLAZO	\$ 2.391.071	\$ 3.582.048	\$ 4.034.530	\$ 2.503.843	\$ 2.831.997
PATRIMONIO	\$ 18.930.451	\$ 23.256.529	\$ 27.675.433	\$ 28.102.417	\$ 32.311.697
% DEUDA	32,83%	28,63%	24,88%	15,44%	13,76%
% PATRIMONIO	67,17%	71,37%	75,12%	84,56%	86,24%
Costo de la deuda (Kd)	6,55%	10,37%	10,08%	16,24%	14,76%
Costo de la deuda después de impuestos (Kdt)	4,15%	6,63%	6,44%	10,75%	9,81%
Costo del patrimonio (Ke)	8,04%	7,47%	7,04%	7,33%	6,37%
Tasa de impuesto (T)	36,60%	36,10%	36,10%	33,80%	33,50%
GASTOS DE INTERESES	\$ 605.941	\$ 967.865	\$ 923.580	\$ 833.387	\$ 760.378
IMPUESTO	\$ 1.735.257	\$ 2.877.873	\$ 3.195.177	\$ 3.130.172	\$ 2.263.385
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO (UAI)	\$ 4.734.948	\$ 7.982.795	\$ 8.843.925	\$ 9.268.397	\$ 6.756.397
Tasa Libre de Riesgo (RF)	6,17%	5,64%	5,95%	7,51%	7,51%
Retorno del mercado (Rm)					10,06%
Beta Apalancada (BI)					0,48
Roe Empresa	15,85%	21,95%	20,41%	21,84%	13,91%
Roe Sector	12,48%	13,16%	10,39%	9,13%	5,14%
WACC	6,76%	7,23%	6,89%	7,86%	6,85%

Fuente: elaboración propia a partir de información de tasas de los TES del Banco de la Republica de Colombia e información financiera de la Superintendencia de Sociedades de Colombia de la plataforma SIREM.

Tabla N° 2. Pronóstico de variables por métodos determinísticos

PRONÓSTICO POR MÍNIMOS CUADRADOS ORDINARIOS				
Variable	Método	Ecuación	R ²	Valor proyectado 2016
Deuda corto plazo	Polinómica	$y = -19.827,29x^2 - 1.101.053,09x + 8.059.863,80$	0,94	\$ 739.762,82
Deuda largo plazo	Polinómica	$y = -264.915,36x^2 + 1.569.856,84x + 1.273.196,20$	0,49	\$ 1.155.384,28
Patrimonio	Polinómica	$Y = -301.822,57x^2 + 4.971.773,43x + 14.460.033,40$	0,97	\$ 33.425.061,46
Gastos de intereses	Polinómica	$y = -65.412,43x^2 + 409.914,17x + 308.024,40$	0,77	\$ 412.661,94
Impuestos	Polinómica	$y = -314.365,36x^2 + 2.017.047,64x + 47.248,80$	0,99	\$ 832.381,68
Utilidad Antes De Impuesto (UAI)	Polinómica	$y = -854.025,14x^2 + 5.657.000,86x - 59.433,60$	0,98	\$ 3.137.666,52
Tasa libre de riesgo	Polinómica	$y = 0,0016x^2 - 0,0053x + 0,0635$	0,77	8,93%
OTROS MÉTODOS DE PRONÓSTICO				
Variable	Esperanza matemática	Método incremental	Coeficiente de correlación	
Deuda largo plazo	\$ 3.068.698	\$ 2.942.229	-0,04	
Gastos de intereses	\$ 818.230	\$ 798.987	0,192	

Fuente: elaboración propia.

De forma que de los posibles pronósticos que se tienen, hay que reevaluar el coeficiente de correlación y el coeficiente de determinación ajustado para comprender qué método es óptimo utilizar para el pronóstico y si aun así se presentan dificultades con la obtención del mejor ajuste de distribución, es necesario revisar otras metodologías.

Con la información presentada en la tabla N° 3, se obtuvo un WACC del año proyectado 2016 de 10,12%, cuyo resultado fue superior a los históricos y al rendimiento ofrecido de la tasa de los TES⁵ a 10 años; basado en métodos de pronóstico que no tienen un eficiente nivel de ajuste y que el valor estático obtenido del Costo de Capital promedio no presenta un nivel de confianza que esté fundamentado en los posibles escenarios que arrojen un rango de resultado que permita plantear escenarios para la toma de decisiones financieras dentro de la organización.

Tabla N° 3. Pronóstico del Wacc periodo 2016

VARIABLES	VALOR PROYECTADO 2016	VARIABLES	VALOR PROYEC. 2016
Deuda largo plazo	3.068.698	Gastos de intereses	818.230
Deuda corto plazo	739.763	Impuesto	832.382
Patrimonio	33.425.061	Utilidad Antes de Impuesto	3.137.667
% Deuda	10,23%	Rf	8,93%
% Patrimonio	89,77%	Rm	10,06%
Kd	21,48%	BL	0,48
Kdf	15,78%	WACC	10,12%
Ke	9,47%		
T	26,53%		

Fuente: elaboración propia.

Se evidencia para el resultado proyectado del periodo 2016 que aunque

⁵ Títulos de deuda pública expedidos por el Gobierno nacional colombiano y administrados por el Banco de la República.

en la estructura de capital de la empresa se tiene menos apalancamiento en el periodo, el costo de la deuda al deducir impuesto gravable generado por el pago de impuesto es mayor al costo de patrimonio, esto dado que al estudiar las variables desde una perspectiva externa de la compañía y basados en información histórica y actualizada que se encuentra registrada por el Sistema de Información y Reporte Empresarial (SIREM) de Colombia (que indica que la veracidad de la información depende de cada empresa quienes la certifican y dictaminan conforme en lo consagrado en los artículos 37, 38 y 39 de la ley 222 de 1995), se tiene un alto gasto de interés comparado con el saldo de endeudamiento que demuestra que de acuerdo con el registro las tasas adquiridas por la empresa no tienen un beneficio especial por las entidades financieras, teniendo presente además que se desconoce la clasificación del crédito del cual también infiere en la tasa especial otorgada.

Sin embargo estudios realizados por la Superintendencia Financiera basada en los registros y estadísticas, se evidencia un alza en el costo de los créditos dirigidos al sector productivo, en los que ese ajuste supera los 4,5 puntos porcentuales, donde las tasas preferenciales de los bancos, que son las que se aplican a los créditos de grandes empresas y multinacionales, pasaron, en los últimos ocho meses, del 7,85 por ciento efectivo anual a 12,46 por ciento y donde el crédito de consumo con tarjeta de crédito son superiores (García, 2016).

Al pasar de un modelo determinístico a uno estocástico y utilizar el simulador de riesgo, se puede obtener resultados de precisión con la predicción más eficiente de acuerdo al número de intentos de simulación que se asignen, ya que entre más escenarios, mejor es el ajuste según el intervalo de confianza y la efectiva utilización del ajuste de distribución con mayor prueba estadística de P-Value.

Por lo anterior, se realiza la simulación con Risk Simulator teniendo en cuenta el perfil

con 10.000 escenarios y se procede a realizar el análisis de los ajustes de distribución de las variables de sensibilidad con una alta probabilidad, los cuales, se presentan en la tabla N° 4.

Tabla N° 4. Ajuste de distribución múltiple variables objeivas.

VARIABLE	DISTRIBUCIÓN AJUSTADA	PRUEBA ESTADÍSTICA DE P-VALUE
DEUDA CORTO PLAZO	Arcoseno	0,9967
DEUDA LARGO PLAZO	Logarítmica Normal	0,9901
PATRIMONIO	PERT	0,9907
GASTOS DE INTERESES	Normal	0,9988
IMPUESTO	Lapace	0,9565
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	PERT	0,9999
RF	Gumbel Máxima	0,9726

Fuente: elaboración propia.

La distribución Arcoseno tiene forma de U, los valores cerca del mínimo y máximo tienen alta probabilidad de ocurrencia mientras que los valores entre estos dos extremos tienen una probabilidad muy baja de ocurrencia. La distribución Log-normal, también conocida como logarítmico normal, toma valores alejados de la media, por encima de cero y valores positivos (Ferreira & Garín, 2010); la Distribución Normal reconocida en la teoría de la probabilidad, utilizada para describir el comportamiento esperado de variables aleatorias, distribuyendo los datos en una estructura uniforme; tiene una forma simétrica respecto a la media o el promedio de los datos tanto a la derecha como a la izquierda.

La distribución de Laplace es doble exponencial, colocadas juntas espalda con espalda, creando un pico inusual en el medio, siendo más ancha que aquellas de la distribución normal y la distribución PERT utiliza valores mínimos, más probables, y valores máximos, diseñada para generar una

distribución que se asemeje más a distribuciones de probabilidad realistas.

La distribución Gumbel, también es conocida como valores extremos, la cual tiene la misma importancia a la distribución normal, hacen referencia a la posición asimétrica que tienen los datos, una Gumbel máxima tiene una asimetría positiva, los datos se encuentran ubicados a la derecha (Ibañez, 2011).

El ajuste de distribución es realizado por medio de la Prueba Kolmogorov que mide el grado de concordancia existente entre la distribución del conjunto de datos (InnovaMide, 2010) por lo cual, es la más efectiva para este tipo de análisis. Finalmente, se procede una vez más a revisar el escenario dinámico al realizar un análisis de ajuste múltiple a cada una de las variables que intervienen en el cálculo del WACC.

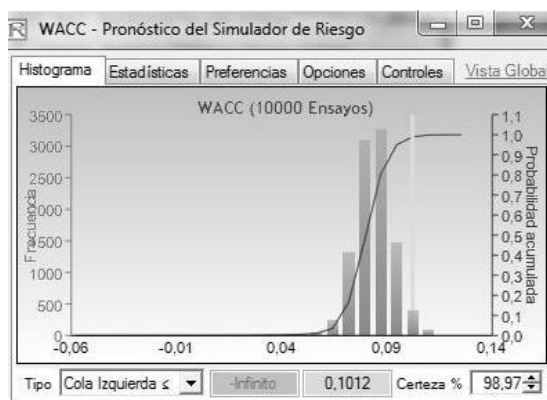


Gráfico N° 1. Simulación dinámica del WACC.

Fuente: elaboración propia mediante el software Risk Simulator.

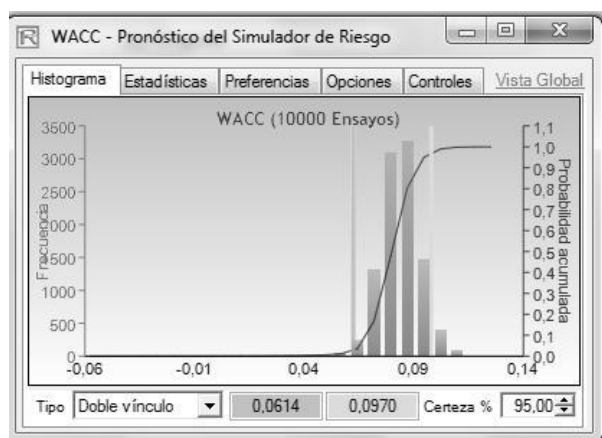


Gráfico N° 2. Rango de probabilidad del Costo de Capital promedio Ponderado. Fuente: elaboración propia mediante el software Risk Simulator.

Al observar el comportamiento de los datos en el gráfico N° 1 y en el gráfico N° 2, se evidencia que para el valor proyectado del WACC por métodos que no cuantifican la probabilidad fue de 10,12%, el cual, al ser revisado bajo los ajustes de distribución y modelación requerida por Risk Simulator, el nivel de confianza de acuerdo con este resultado sería del 98,97%, con un perfil de 10.000 escenarios, teniendo en cuenta que el ajuste P-Value es más alto con el software y cambia los tipos de distribuciones para cada variable estudiada. Para los parámetros explicados, al tener una probabilidad del 95%, el valor del WACC estaría entre el 6,14% y 9,7%.

4. Conclusiones

Los métodos tradicionales de valoración presentan algunas limitaciones para la evaluación de proyectos debido a su modelo estático, que no permite analizar la viabilidad del proyecto en diferentes escenarios, lo que dificulta la toma de decisiones considerando diferentes escenarios; así mismo acontece con los pronósticos por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios que en sus resultados de acuerdo a la complejidad o variabilidad de los datos, tienden a presentar inconvenientes en el resultado de la

proyección aunque el ajuste sea alto de la distribución, como sucedió con la a variable endeudamiento de corto plazo se ajustó con una tendencia polinómica con un 0,94 de R^2 presentando como resultado para el 2016 \$739.762 pesos cuando los valores en la línea de tiempo descienden iniciando en el 2011 con \$6.861.176 pesos finalizando el 2015 con \$2.321.359 pesos, lo que indica que el valor efectuado no presenta un parámetro de continuidad en el comportamiento.

La toma de decisiones mediante la estimación de evaluaciones cuantitativas de un escenario determinístico, se desconoce el nivel de confianza del resultado, mientras que al hacer uso del simulador de riesgo, es posible determinar mediante un escenario estocástico la probabilidad de ocurrencia y los rangos estimados en que podría oscilar la variable objeto de estudio, lo cual permite que en la evaluación de estrategias, se considere un escenario optimista y uno pesimista por la incertidumbre que se genera, a fin de tener una mejor planificación estratégica.

Los valores del Costo de Capital Promedio Ponderado aumentan cada año; sin embargo los resultados obtenidos son bajos, a través de la metodología de CAPM para empresas que no cotizan en bolsa (las betas de Martínez, Carlos, Ledesma, Juan., & Russo, Alfredo o Vélez Pareja, costo de la deuda e impuestos de los autores Alberto García Nava y Ludgar Meling Paredes Hernández), indicando en los resultados históricos el cumplimiento del principio financiero de que el costo de la deuda deducido el impuesto gravable de la firma debe ser menor al costo del patrimonio; sin embargo se debe tener en cuenta el impacto del alto pago de intereses.

El éxito de obtener un adecuado cálculo del Costo de Capital Promedio Ponderado depende del criterio y objetividad con el que son definidas las metodologías de medición del costo de patrimonio y las variables que la componen, cuando la evaluación es para empresas que no cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia, debido a que el mercado es diferente y existen

empresas que no son comparables por su actividad económica, además de la incidencia en el comportamiento del sector.

Los pronósticos a través de los ajustes de distribución de Risk Simulator tienen un mejor ajuste, dado que cuenta con mayor número de probabilidades a seleccionar correspondiente a más de 40 distribuciones que permiten de acuerdo al comportamiento de los datos históricos, revisar la variabilidad y volatilidad de los valores, lo que hace más complejo determinar la tendencia que continua la fluctuación del comportamiento, más aun cuando se trata de variables macroeconómicas que inciden diferentes variables a diferencia de solo el tiempo.

La metodología empleada en la investigación puede servir como base a futuras investigaciones de estudios de casos, comparativos o evaluación de empresas que estén interesadas en conocer la tasa mínima de rentabilidad necesaria para cumplir con las obligaciones contractuales y establecer un plan de direccionamiento que apueste a cumplir con un retorno esperado contemplando lo anterior.

5. Referencias

- Aguirre, L., Montoya, D. (2016) Gerencia Práctica de ventas. (1a ed.). Pereira: Gráficas Olímpica S.A.S.
- Anjoletto, C. A., Aparecido, A., & Moralles, H. (2017). Analysis of economic and financial viability and risk evaluation of a wind project with Monte Carlo simulation. *Gest.Prod*, 24(4).
- Azofeifa, C.E. (2004). Aplicación de la Simulación Monte Carlo en el cálculo del riesgo usando Excel. *Revista Tecnología en Marcha*, 17(1), 97-109.
- Bazzani, C.C., Cruz, E.A. (2008). Análisis de riesgo en proyectos de inversión: Un caso de estudio. *Scientia Et Technica*, XIV (38), 309-314.
- Cifuentes, K. N., & Paredes, C. A. (2014). Índice financiero para el cálculo de Betas Contables. Tesis de Maestría. Colegio de Estudios Superiores de Administración, Bogotá, Colombia.
- Díaz, D. (2010). Del Valor del Juego a la Esperanza Matemática: Una Mirada Alrededor de 1650. Universidad del valle-Cali. Memoria 11° Encuentro Colombiano de Matemática Educativa 2010. Documento en línea, recuperado de: http://funes.uniandes.edu.co/1045/1/366_Del_Valor_del_Juego_a_la_Esperanza_Matematica_Asocolme2010.pdf.
- Duque, E., & Báez, M. (27 de 02 de 2012). El efecto de Iso impuestos sobre el costo de capital: estudio del caso Almacenes Éxito S.A (2006-2010). *XX*, 205-229.
- Ferreira, E., & Garín, M. A. (2010). Estadística actuarial: modelos estocásticos. Bilbao: Sarriko-On
- García, A., & Paredes, L. (2014). Estrategias financieras empresariales. México D.F.: Grupo Editorial Patria.
- García, C. (26 de 05 de 2016). Crédito a empresas, el que más ha subido tras alza de tasas del Emisor. *El Tiempo*.
- Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2009). *Econometría*. (5a ed), México D.F.: MacGraw Hill.
- Hincapié, P.J. (2007). Análisis de riesgo financiero para la micro, pequeña y mediana empresa del sector metalmecánico de la ciudad de Manizales. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia, Manizales, Colombia.
- Ibañez, A. (2011). Análisis estadístico de valores extremos y aplicaciones. Documento en línea, recuperado de: <http://masteres.ugr.es/moea/pages/ffm1011/analisisestadisticodevaloresextremo syaplicaciones>.
- InnovaMide. (2010). SPSS: Pruebas no paramétricas. Grupo de innovación educativa Universidad de Valencia. Documento en línea, recuperado de: http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0802A.pdf.
- Manotas, D., Toro, H. (2009). Análisis de decisiones de inversión utilizando el

- criterio valor presente neto en riesgo (VPN en riesgo). *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 49(1), 199-213.
- Martínez, C., Ledesma, J., & Russo, A. (2014). Modelos de cálculo de las betas a aplicar en el Capital Asset Pricing Model: el caso de Argentina. *Estudios Gerenciales*, 30(131), 200 – 208.
- Martínez, E. (2005). Errores frecuentes en la interpretación del coeficiente de determinación lineal. *Anuario jurídico y Económico Escurialense*, 315-332.
- Martínez, R., Tuya, L.C., Pérez, A. (2009). El coeficiente de correlación de los rangos de spearman caracterización. *Revista Habanera de Ciencias Médicas*, 8(2), Documento en línea, recuperado de: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-519X2009000200017&lng=es&nrm=iso>.
- Monterrey, J., Sánchez, A. (2017). Una evaluación empírica de los métodos de predicción de la rentabilidad y su relación con las características corporativas. *Revista de Contabilidad*, 20(1), 95-106.
- Moscoso, J., Sepúlveda, C. I., García, A., & Restrepo, A. L. (2012). Costo de capital en entornos económicos cambiantes: Caso Valle de Aburrá (Antioquia). 20(189-203). Documento en línea, recuperado de: <http://www.scielo.org.co/pdf/rfce/v20n2/v20n2a13.pdf>
- Restrepo, A. L., & Jiménez, J. I. (2017). Aplicación del costo de capital en las pymes en Colombia: una revisión. *Science Of Human Action*.
- Rodríguez, Á. (2011). Teoría de la estructura de capital y su impacto en la toma de decisiones de inversión y financiamiento. *Visión Gerencial*, 1, 108-206. Documento en línea, recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/4655/465545890014.pdf>
- Velásquez, S., Velásquez, R. (2012). Modelado con variables aleatorias en simulink utilizando simulación Montecarlo. *Revista Universidad, Ciencia y Tecnología*, 16(64), 203-211.
- Vecino, C. E., Rojas, S. C., & Muñoz, Y. (2015). Prácticas de evaluación financiera de inversiones en Colombia. *Est.gerenc*, 31(134).
- Wong, D. E., & Chirinos, M. V. (2016). ¿Los modelos basados en el CAPM valoran adecuadamente los emprendimientos familiares? *INNOVAR Ciencias Administrativas y Sociales*, 26(61). Documento en línea, recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81846217005>