

**ESTIMATIVO DEL COSTO DE LA DEUDA A PARTIR DE LA
APROXIMACION DE CALIFICACION BAJO UNA METODOLOGIA DE
RATING SINTETICO**

PRESENTADO POR:

**LILIAN ANDREA FERNANDEZ C.
MAURICIO SALAZAR NIETO**

COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ADMINISTRACION

DICIEMBRE 2015

**ESTIMATIVO DEL COSTO DE LA DEUDA A PARTIR DE LA
APROXIMACION DE CALIFICACION BAJO UNA METODOLOGIA DE
RATING SINTETICO**

PRESENTADO POR:

**LILIAN ANDREA FERNANDEZ C.
MAURICIO SALAZAR NIETO**

DIRECTOR

JOHN ALEXANDER JIMENEZ T.

COLEGIO DE ESTUDIOS SUPERIORES EN ADMINISTRACION

DICIEMBRE 2015

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	2
2. MARCO TEORICO	5
2.1 Calificación Crediticia	5
2.2 Costo de la Deuda	12
3. APROXIMACION A UNA CALIFICACION CREDITICIA	18
3.1. Información utilizada – Base de Datos	18
3.2. Determinación de Indicadores Financieros	20
3.3. Análisis estadístico y comportamiento de las variables	24
3.4. Regresión Logística Ordenada (Logit Ordinal)	26
4. MODELO COSTO DE LA DEUDA	30
4.1. Metodología	30
4.2. Desarrollo del modelo	32
4.3 Resultado Final	37
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
6. OBRAS CONSULTADAS	40
7. ANEXOS	

Agradecimientos A

Dios, por permitirnos esta oportunidad de vida

A nuestras familias en especial a Isabella Salazar, por el tiempo

que nos brindó mientras llevamos a cabo esta maestría

A María Fernanda Caicedo, Amparo Nieto y Gloria Carreño por el amor incondicional y confianza en que alcanzaremos todos nuestros sueños.

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Base emisiones consolidada BVC

Anexo 2. Base indicadores consolidada BRP y SFC

Anexo 3. Salidas Modelo de Regresión Logística Ordinal

Anexo 4. Histórico de tasa e índices

Anexo 5. Histórico curva cero cupón deuda soberana en pesos

Anexo 6. Nelson & Siegel tasas forwards

Anexo 7. Estimativo del costo de la deuda a partir de la aproximación de una calificación bajo una metodología de rating sintético

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Indicadores Modelo Altman para mercados emergentes	21
Tabla 2. Indicadores utilizados para la aproximación a la calificación	23
Tabla 3. Información sobre el ajuste de los modelos	27
Tabla 4. Bondad de Ajuste	27
Tabla 5. Pseudo R-Cuadrado	28
Tabla 6. Estimaciones de los parámetros – Inicial	28
Tabla 7. Estimaciones de los parámetros	29
Tabla 8. Homologación de Calificaciones	34
Tabla 9. Curva de calificaciones y plazos Nelson & Siegel Tasas Forward	35
Tabla 10. Spread por calificación y plazo	35
Tabla 12. Estimativo del Costo de la Deuda	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo Z-Score para mercados emergentes	7
Figura 2. Distribución de las emisiones por calificación y sector	19
Figura 3. Prelación de indicadores para medir nivel de endeudamiento	21
Figura 4. Histogramas de Frecuencia	25
Figura 5. Spread / CCC deuda soberana a 6 años	32
Figura 6. F(x) de Ajuste	33
Figura 7. Spread / Curva Cero Cupón Soberana por plazos	36

RESUMEN

Los factores de evaluación utilizados por los Bancos para otorgar créditos en Colombia, son desconocidos por las empresas que acuden a ellos y en ocasiones estas deben aceptar la negación de una solicitud o la aprobación con un costo de deuda, sin conocer las variables que determinaron dicha decisión.

Para las pequeñas y medianas empresas, se agudiza la situación dado que el acceso a recursos financieros que se adapten a sus necesidades, tanto de plazo como de costo, sigue siendo limitado y la posibilidad de ir al mercado de capitales es prácticamente inexistente.

Por su parte el sector financiero percibe falta de garantías o colaterales y un marco institucional débil en las Pymes¹ que genera incertidumbre, razón por la cual se incrementan los riesgos asociados traducidos en altos costos frente a los involucrados en el crédito tradicional. Convirtiéndose el costo de la deuda en un factor definitivo para que las empresas puedan acceder a financiación, definir estructura de capital, incluso para el cálculo del WACC² utilizado en la evaluación de proyectos y valoración de empresas.

Por lo anterior, el presente trabajo propone un modelo que le permita a las empresas en Colombia tener un estimativo del costo de la deuda a futuro, a partir de una aproximación de calificación, bajo una metodología de Rating Sintético.

PALABRAS CLAVES: Costo de la Deuda, Calificación Crediticia, Indicadores Financieros, Rating Sintético, Spread.

¹ Pymes: Pequeñas y Medianas Empresas

² WACC: Weighted Average Cost of Capital o costo promedio ponderado de capital. Se trata de la tasa de descuento que se utiliza para descontar los flujos de fondos para valorar una empresa o proyecto.

1. INTRODUCCION

Las entidades financieras utilizan metodologías estandarizadas para establecer la calificación de riesgo crediticia, acogiéndose principalmente a métodos implementados en mercados desarrollados y a lo establecido por organizaciones internacionales como lo es el Comité de Basilea³.

Las variables de evaluación utilizadas para el otorgamiento de la calificación, son desconocidas por las empresas y en ocasiones estas deben aceptar la negación de una solicitud, sin conocer los factores reales y determinantes de la decisión o en el caso de ser aprobado, la calificación y el costo de la deuda asociado.

Para (Salazar y Guerra 2007) las pequeñas y medianas industrias aún perciben desatención por parte del sector financiero formal y una baja disponibilidad de instrumentos financieros con condiciones que se adapten adecuadamente a sus necesidades, tanto desde el punto de vista de los plazos como de los costos. El acceso a recursos financieros de mediano y largo plazo orientados a la inversión, siguen siendo limitados y la posibilidad de ir al mercado de capitales es prácticamente inexistente.

Por el lado de la oferta, el sector financiero percibe todavía los obstáculos de falta de garantías o colaterales, elevada informalidad económica, impedimentos regulatorios y un marco institucional débil que genera incertidumbre en los acreedores, razón por la cual se incrementan los riesgos asociados, traducido en altos costos frente a los involucrados en el crédito tradicional.

De acuerdo con Escobillana (2015), en este contexto entran en juego las calificaciones o rating de crédito de las empresas, las cuales reflejan evaluaciones prospectivas acerca del riesgo de pago o de incumplimiento de la

³ Comité de Basilea: Organización mundial que reúne a las autoridades de la supervisión bancaria, cuya función es fortalecer la solidez de los sistemas financieros.

empresa sobre sus compromisos financieros con terceros, en línea con lo citado por Gallardo y Avilés (2014) al concluir que la calificación de riesgo crediticia tienen un efecto directo con el acceso a la financiación, el costo y por ende la estructura de capital y el valor de la empresa.

Esta situación a la cual se enfrenta la industria nos lleva a cuestionarnos ¿cuál es la herramienta que le permita a las empresas en Colombia aproximar el costo de la deuda a futuro y tener una aproximación de calificación crediticia?

Por lo anterior, a través de esta investigación pretendemos desarrollar un modelo que aproxime el costo de la deuda en el tiempo y su relación con los factores que inciden en la calificación crediticia de las empresas a partir de indicadores financieros⁴ propios de cada compañía. Para ello, el trabajo está dividido en los siguientes capítulos principales, siendo el primero esta introducción.

En el segundo capítulo, se hace una revisión bibliográfica de las corrientes y metodologías que han estudiado y servido como base para implementar calificaciones de riesgo de crédito, como lo son las de predicción de quiebra y se ahonda en la metodología de Nelson y Siegel (1987) para el cálculo de la curva de rendimientos que componen la estimación de la estructura de plazos de las tasas de interés, con el fin de validar el vínculo de los costos de la deuda con la curva cero cupón.

El tercer capítulo plantea una fórmula para estimar la calificación a partir de ratios financieros. Se analiza la información financiera de las compañías que han emitido deuda en Colombia en una ventana de nueve años (2006 – 2015) y derivada de esta, utilizando una regresión logística ordinal se establece una aproximación de calificación para aquellas empresas que carecen de calificación crediticia.

⁴ Indicadores Financieros: También llamados razones financieras o ratios financieros, son coeficientes que proporcionan unidades financieras y contables de medida y comparación entre dos variables.

En el cuarto capítulo, se determina la relación existente entre la calificación y el costo de la deuda y bajo la metodología de Nelson y Siegel (1987) junto con la función de ajuste se concluye la aproximación para el cálculo del costo de la deuda, en términos de spread⁵, a diferentes plazos y calificaciones de deuda en Colombia.

El quinto y último capítulo, se dedica a las conclusiones y recomendaciones en un trabajo futuro, para la mejora del modelo a partir de un Rating Sintético⁶.

⁵ Spread: Diferencial entre la tasa de deuda soberana en Colombia y el costo de la deuda de las compañías según su calificación.

⁶ Rating Sintético: Es una calificación derivada de la evaluación de ratios financieros históricos para proyectar tendencias futuras.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 CALIFICACIÓN CREDITICIA

La literatura nos presenta diversos estudios referentes a la medición del riesgo crediticio, estructura de capital, probabilidades de incumplimiento, quiebras e insolvencia, tanto a nivel latinoamericano como en el resto del mundo, sin embargo la documentación relacionada con Rating Sintético, sus determinantes, aproximaciones y hasta donde se puede llegar estimándolos aún es poca.

En este capítulo se compilan algunos tópicos que han servido de base para lo que actualmente se ha implementado en temas de calificación, que inciden en el estudio empírico propuesto por los autores de este trabajo.

Para iniciar, se debe considerar el trabajo realizado por Durand (1941), el cual fue pionero en la elaboración de un modelo discriminatorio de clasificación de créditos personales, donde demuestra que factores del solicitante del crédito son determinantes para aplicar a la solicitud y así definir una calificación para cada individuo.

Este trabajo se fundamentó en préstamos efectivamente realizados por 37 empresas dedicadas a la colocación de crédito, bancos comerciales, compañías de finanzas personales, agencias de financiación de automóviles y una empresa de financiación de electrodomésticos, evidenciando que la estabilidad laboral seguida de la propiedad de la vivienda eran factores relevantes en el estudio, calificación y probabilidad de otorgamiento de crédito.

Sin embargo, como menciona Guzmán (2010) hay que tener en cuenta la pérdida asociada al evento de que las empresas que reciben los créditos no cumplan con algunas de las condiciones establecidas o entren en quiebra, el riesgo es asumido por quien otorga el crédito, entidades financieras o

particulares. En este escenario es importante lograr anticiparse a posibles *defaults*⁷ de las empresas que adquieren la deuda o predecir una posibilidad de quiebra, para lo cual la literatura destaca el trabajo de Beaver (1966) y Altman (1968).

Beaver (1966), estudió la utilidad de la información contable para predecir el fracaso empresarial, utilizó tres criterios para seleccionar los 30 ratios que utilizó en su estudio:

- Ratios populares para medir la solvencia de la empresa.
- Ratios que hubieran funcionado bien en algún estudio previo
- Ratios que estuvieran definidos en términos de “Cash Flow”⁸.

El autor consideró que el fracaso de una empresa se define como la incapacidad de la misma para atender sus deudas, por lo tanto los factores relacionados con la obtención de los flujos de caja son importantes para medir una situación de insolvencia.

En 1968, se destaca uno de los primeros trabajos realizados por Altman “Z-Score”, en el cual logra predecir bastante bien si una firma está en riesgo directo de caer en impagos, basado en razones financieras de cada una de las compañías sujetas de estudio, en su trabajo el autor introduce la metodología de análisis discriminante, como herramienta para analizar el riesgo de crédito, concluyendo que la rentabilidad, el apalancamiento y el flujo de efectivo, son razones significativas para explicar la quiebra de las empresas en Estados Unidos, al igual que el rango de calificación que permite predecir si la compañía se encuentra en zona de seguridad, en una zona gris o en zona de peligro.

Este modelo fue mejorado para países emergentes, por el propio Altman (1995) al modificar el peso del factor Z a partir de tres factores críticos, la

⁷ Default: Hace referencia al incumplimiento de las obligaciones pactadas, ya sea de no pago o legales.

⁸ Cash Flow o Flujo de Caja: Flujos de entradas y salidas de caja de efectivo, en un periodo dado.

vulnerabilidad de la compañía a la devaluación de la moneda, su afiliación a la industria y su posición competitiva en la industria. Como resultado se obtuvo la ecuación del modelo con las siguientes razones financieras:

$$\text{EM Score} = 6,56 (X1) + 3,26 (X2) + 6,72 (X3) + 1,05 (X4) + 3,25$$

Dónde:

- X1 = Capital de trabajo / activo total
- X2 = Utilidades retenidas / activo total
- X3 = Utilidad operativa (Ebit) / activo total
- X4 = Capital / pasivos totales

En la figura 1, se muestran los valores que toma la ecuación, seguido de su clasificación, en zona blanca (libre de riesgo), zona gris y zona roja (de peligro).

Figura 1. Modelo Z-Score para mercados emergentes

	Valor Z		Calificación	Valor Z		Calificación	
Zona Blanca	8,15	>8,15	AAA	5,65	5,85	BBB-	Zona Gris
	7,60	8,15	AA+	5,25	5,65	BB+	
	7,30	7,60	AA	4,95	5,25	BB	
	7,00	7,30	AA-	4,75	4,95	BB-	
	6,85	7,00	A+	4,50	4,75	B+	
	6,65	6,85	A	4,15	4,50	B	
	6,40	6,65	A-	3,75	4,15	B-	
	6,25	6,40	BBB+	3,20	3,75	CCC+	
5,85	6,25	BBB	2,50	3,20	CCC		
			1,75	2,50	CCC-		
			<1,75	1,75	D		

Fuente: Altman, Hartzell y Peck, 1995.

Este modelo se puede aplicar a empresas listadas en bolsa, a empresas no cotizantes y empresas en países emergentes.

Posterior a la propuesta de Altman (1968), surgió el modelo desarrollado por Ohlson (1980) "Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy -

O-Score”, quien baso su trabajo en indicadores financieros y una metodología de estimación de máxima verosimilitud del Modelo Logit Condicional.

El autor incluye en su estudio ciento cincuenta firmas en bancarrota y dos mil ochenta y cinco firmas sin problemas financieros, tomando los estados financieros del 10-K⁹ de Estados Unidos, a diferencia de los otros autores con estudios anteriores similares. Entre sus principales hallazgos fue identificar cuatro factores estadísticos que afectan las probabilidades de bancarrota, entre ellos: el tamaño de la compañía, medida del desempeño, medida de la estructura financiera y medida de liquidez.

Según Ibarra (2001), una de las críticas más importantes que se hicieron, tanto al modelo original de Altman como a gran número de trabajos predictivos posteriores, es que las variables independientes seleccionadas no siempre son las más representativas y que no tienen un sustento teórico bien fundamentado. De ahí que muchos estudios al seleccionar a las variables independientes hayan optado por apoyarse más en el trabajo univariable de Beaver (1966), y únicamente para el aspecto metodológico se centran en modelos multivariantes como los de Altman.

Dentro de nuestro punto de vista, uno de los problemas más importantes que presentan este tipo de modelos se refiere a como clasificar a los ratios dentro de ciertos factores y elegir los que explican de forma adecuada los comportamientos de las empresas.

Sin embargo los resultados de los estudios evidencian a nuestro juicio, un alto contenido informativo de las variables que influyen en la salud financiera de una empresa, el hecho de que exista correlación entre los indicadores financieros y las predicciones de insolvencia o fracaso empresarial, nos confirma que a partir de indicadores financieros, se pueden predecir la

⁹ 10-K: Formulario de información financiera donde anualmente las compañías públicas en Estados Unidos deben hacer una descripción comprensiva de su negocio, condición financiera y estados financieros.

situación de la empresa y por lo tanto ratifica la base para establecer el modelo de Rating Sintético.

Como marco de referencia a nivel mundial, se debe considerar el acuerdo internacional sobre regulación y supervisión bancaria denominada como el Nuevo Acuerdo de Capital, aprobado en el año 2004 por el comité de Basilea, conocido como Basilea II.

Según el BIS¹⁰, dentro de los parámetros exigidos se encuentra el de disponer de herramientas que permitan establecer modelos de scorings y ratings con el objeto de discriminar a sus clientes según el perfil de riesgo, sistemas de seguimiento, modelos de valuación de la exposición y la severidad en lo que respecta al riesgo de crédito.

Su fundamento es que los requerimientos de capital sean más sensibles al riesgo, especialmente al riesgo de crédito. La propuesta del Acuerdo hace más énfasis en los modelos internos de medición de riesgo de crédito de cada banco, la revisión del supervisor y la disciplina del mercado.

Por su parte Basilea III, comprende una serie de reformas para fortalecer la regulación, supervisión y gestión de riesgos del sistema financiero, tras la crisis de las hipotecas subprime.

Se centra principalmente en la exigencia a los bancos aumentar sus reservas de capital para las distintas modalidades de depósitos bancarios y otros préstamos. Introduciendo un ratio de apalancamiento como medida complementaria a los ratios de solvencia y estableciendo dos ratios de liquidez el LCR¹¹ y el NSFR¹², para permitir a las instituciones financieras soportar graves crisis de liquidez o crisis específicas durante un año.

¹⁰ BIS: Bank for International Settlements o Banco de Pagos Internacionales, tienen como misión servir a los bancos centrales en su búsqueda de estabilidad monetaria y financiera.

¹¹ LCR: Liquidity Coverage Ratio o Coeficiente de Cobertura de Liquidez

¹² NSFR: Net Stable Funding Ratio o Coeficiente de Fondo Estable Neto

Estos acuerdos se vuelven un marco de referencia aplicado por cada regulador en los diferentes países adscritos al comité, como es el caso de Colombia y se considera una buena práctica la adopción de sus medidas por parte de los órganos regulatorios y bancos centrales de casi todo el mundo.

En el caso colombiano, se ha avanzado en la introducción de los estándares de Basilea II y III al incluir en la Circular Básica 100, lo referente al riesgo de crédito y liquidez. La Superintendencia Financiera de Colombia definió en el capítulo segundo de la circular externa 100 de 1995¹³, los lineamientos mínimos que debe tener un sistema de administración de riesgo de crédito (SARC), señala los principios, criterios generales y parámetros mínimos que las entidades sujetas de supervisión deben observar para el diseño, desarrollo y aplicación del sistema de administración de riesgo de crédito, con el objeto de mantener adecuadamente evaluado el riesgo de crédito implícito en los activos.

Sin embargo se identificó que existe una diferenciación en los modelos de crédito a personas naturales y a empresas, a su vez los scoring aplicados a las empresas no distinguen el tamaño y solo se basan en la recuperación de garantías. Cabe subrayar que, en el caso de las pymes, los créditos no se otorgan sobre la base del flujo de caja sino de los activos físicos y otras garantías que pueda ofrecer la empresa, Zuleta (2011).

En el trabajo de Saavedra y Bustamente (2013), se considera que las reglas definidas en los acuerdos de Basilea y su incorporación por parte de los establecimientos de crédito, perjudican en mayor proporción a las Pymes, debido al débil acceso a garantías calificadas o idóneas, dado que si las entidades financieras otorgan créditos a estas empresas, su requerimiento de capital es mayor por la exigencia de provisiones adicionales, situación que no conviene a los estados financieros de los bancos o establecimientos de crédito.

¹³ Circular Básica Contable y Financiera, 1995. Superintendencia Financiera.

Desde la perspectiva de Rayo y otros (2010), el elemento clave es que las entidades financieras dispongan de herramientas que les permitan establecer modelos de medición (scorings y ratings) con el objetivo de diferenciar a los clientes de una manera distinta a la habitual en la banca comercial, debido a las limitaciones de las bases de datos y medición del riesgo para Pymes, muy en línea con lo que buscamos a través de esta investigación, dado que los historiales de crédito poco desarrollados y faltos de información, impiden que las empresas en Colombia tengan conocimiento de su scoring de crédito y por ende administrarlo de forma anticipada.

Adicionalmente, a los indicadores de calificación crediticia creemos que se deben tener en cuenta algunas metodologías desarrolladas para la valoración de empresas, de proyectos o para la determinación de tasas de descuentos utilizadas en dichas valoraciones. Es así como se resalta el término acuñado por la firma Stern&Stewar (1989) EVA® (Economic Value Added), dando respuesta al cuestionamiento de como orientar en conjunto una organización hacia la generación de valor agregado y los expuestos por Damodaran en su gran reputación como profesor y autoridad en finanzas corporativas, gestión de inversiones y valoración de empresas.

El valor económico agregado constituye una herramienta gerencial clave para la planificación y el control estratégico, la determinación de la riqueza generada en una empresa: la gestión de las utilidades y los activos, la toma de decisiones y el control de gestión, la evaluación de desempeño por unidades estratégicas de negocios, además, genera que los directivos y gerentes actúen y piensen como si fueran los dueños del negocio, porque ambos buscan el mismo objetivo de maximizar el valor de los accionistas y se constituye en una herramienta importante para motivar y evaluar el rendimiento gerencial.

Por su parte Damodaran (2006), propone jugar el rol de una calificadora y asignar una calificación en función de los indicadores financieros de las

empresas, metodología que llamó rating sintético. El primer paso de esta metodología es examinar las características de las empresas calificadas y así evaluar los indicadores que se ajustan a dichas empresas.

El autor recomienda no solo enfocar el análisis en la razón de cobertura de intereses, si no incorporar otros indicadores como los propuestos por Altman (1968), en su metodología Z-Score. Una vez se identifiquen estas variables el autor considera que se deben evaluar las características similares con la metodología para la calificación de bonos.

2.2 COSTO DE LA DEUDA

Las empresas no solamente se financian a través de capital propio que se puede traducir luego en acciones públicas para tranzar en mercados bursátiles, sino que acuden como una de las principales fuentes de financiamiento a la deuda tanto pública como privada, la cual además posee un beneficio tributario que permite aumentar el valor de la firma (Modigliani y Miller, 1963) y según Grajales (2008), da solución a los problemas de agencia como se plantea en los modelos de Jensen (1986), al concluir que el endeudamiento es un mecanismo con el que cuenta los accionistas para imponer un mayor control sobre los administradores y absorber parte del flujo de caja de la empresa.

De acuerdo con los datos del FMI¹⁴, la empresa latinoamericana grande promedio, se financia en un 53% a través de deuda y al mismo tiempo, prefieren más los bonos corporativos que los préstamos bancarios. En este contexto entran en juego las calificaciones crediticias de las empresas, las cuales reflejan evaluaciones prospectivas acerca del riesgo de incumplimiento tanto del capital como de sus intereses.

¹⁴ FMI: Fondo Monetario Internacional, reúne a más de 188 países y su papel es fomentar la cooperación monetaria internacional.

Según Escobillana (2015), este contexto va muy de la mano con la inminente preocupación de instituciones bancarias y financieras por contar con métodos que sean capaces de estimar el riesgo de crédito, a partir de los acuerdos de Basilea II, sumado al costo social que conllevaría una quiebra, Basilea III.

Por otro lado, consideramos que se debe tener presente lo que los empresarios y tomadores de decisión tienen en cuenta a la hora de definir la estructura de capital, pues son estos los parámetros que recogen las consideraciones humanas que determinan la realidad de las empresas. Por lo anterior, se tomó el estudio hecho por el Deutsche Bank (2008), a un número importante de compañías alrededor del mundo sobre qué tipo de instrumentos o elementos tienen en cuenta dentro de la estructura de capital de sus compañías, mostrando que la visión tradicional de deuda financiera domina, lo cual sugiere que las compañías consideran un instrumento como parte del endeudamiento cuando está claramente asociado a costos de intereses, los cuales son un componente importante detrás de la toma de decisiones en cuanto al endeudamiento por el factor de escudo fiscal.

En virtud de lo anterior, Grajales (2008) plantea que definir el comportamiento del costo de la deuda se vuelve determinante para la evaluación de estructura de capital. Los esfuerzos por modelar el comportamiento de las tasas de interés tienen su origen en la preocupación de los inversionistas por la valoración de derivados financieros sobre tasas de interés y la proyección de sus retornos.

Las aproximaciones más sofisticadas para valorar dichos derivados se basan en la construcción de lo que se conoce como modelo de la curva de rendimientos, la cual como lo define Cano y otros (2010) es una representación gráfica de la relación que existe entre los rendimientos al vencimiento de los bonos con un calificativo crediticio similar y sus respectivos periodos al vencimiento. Por lo general se utilizan los bonos del gobierno, por su amplia gama de vencimientos y por considerarse libres de riesgo.

La relevancia de la curva de rendimientos radica en que al saber mirarla e interpretarla a menudo ayuda a comprender hacia donde se dirigen las tasas de interés en el futuro y el impacto de esta trayectoria sobre los rendimientos de las inversiones y el costo del financiamiento. La curva también da una cierta luz acerca de las incertidumbres particulares de la economía, a manera de ilustración, de acuerdo con un estudio realizado por el Bank for International Settlements (BIS) en 2007, alrededor del 72% del movimiento en el rendimiento a 10 años de los bonos del tesoro norteamericano puede ser explicado por los movimientos en la tasa de referencia de la Fed (76%), el PBI (16%), la inflación (6%) y la deuda gubernamental y el valor del dólar (3%).

En los últimos 30 años se han diseñado diversas técnicas para modelar curvas de rendimientos observadas para lo cual la literatura nos presenta el aporte de Zhou (2000) al generar una *yiel curve*¹⁵ acerca de alzas en los spreads y tasas de default marginales, a fin de poder predecir y medir el impacto que tendría un aumento en el costo de la deuda para una empresa apalancada.

Un trabajo similar es el que realizó Fons (1994), en donde a partir de la madurez de los bonos de las empresas logra encontrar una función de verosimilitud de default, tasas de recuperación y patrones en spreads de las tasas del costo de la deuda, a partir de distintas categorías de rating crediticio. El autor encuentra una fuerte relación entre emisores con peor rating (más pequeños, más jóvenes y más endeudados) y spreads de crédito más amplios, y viceversa.

Por otro lado, se encuentran los modelos propuestos por Nelson y Siegel (1987) y Svensson (1994) donde su finalidad radica en conseguir la precisión adecuada en la determinación de los tipos de interés, en la actualidad son ampliamente usados y ambos suelen proporcionar buenos resultados en

¹⁵ Yiel Curve o Curva de Rendimientos.

términos de bondad del ajuste y permiten estructuras temporales flexibles y suaves.

Nelson y Siegel (1987) introducen un modelo paramétrico para el ajuste de los rendimientos hasta la madurez de los bonos del tesoro de Estados Unidos, que se caracteriza por ser parsimonioso¹⁶ y flexible en modelar cualquier forma típica asociada con las curvas de rendimientos.

La estructura paramétrica asociada a este modelo permite analizar el comportamiento a corto y a largo plazo de los rendimientos y ajustar, sin esfuerzos adicionales, curvas monótonas, unimodales o del tipo S, una clase de funciones que genera fácilmente las formas usuales de las curvas de rendimientos es la asociada con la solución de ecuaciones en diferencia.

La teoría de expectativas sobre la estructura de las tasas de interés promueve la investigación en este sentido, dado que si las tasas spot¹⁷ son producidas por medio de una ecuación diferencial, entonces las tasas forward¹⁸, siendo pronósticos, serán la solución de las ecuaciones diferenciales. La expresión paramétrica propuesta por Nelson y Siegel (1987) que describe las tasas forward es exhibida a continuación:

$$f(m) = \beta_0 + \beta_1 e^{-m/\tau} + \beta_2 (m/\tau) e^{-m/\tau}$$

Donde m denota la madurez del activo y β_0 , β_1 , β_2 y τ los parámetros a ser estimados. Puesto que las tasas spot pueden ser obtenidas a través de tasas forward por medio de la expresión:

¹⁶Modelo Parsimonioso: Se caracterizan porque la función matemática utilizada para modelizar la curva de tipos de interés se basa en criterios económicos

¹⁷ Tasa Spot o Tasa Cero Cupón: Es la tasa de interés de instrumentos financieros de renta fija. El nombre está referido a que es la tasa que se debería pagar por un bono cupón cero para un plazo T ; es decir la tasa de interés $i\%$ relevante desde hoy ($t=0$) hasta el vencimiento de dicho bono ($t=T$)

¹⁸ Tasas Forward: Son las tasas de interés para periodos de tiempo en el futuro.

$$s(m) = \int_0^m f(x)dx$$

La ecuación que determina las tasas spot $s(m)$ de activos con madurez m es dada por:

$$s(m) = \beta_0 + \beta_1 \frac{(1 - e^{-m/\tau})}{(m/\tau)} + \beta_2 \left(\frac{(1 - e^{-m/\tau})}{(m/\tau)} - e^{-m/\tau} \right)$$

Consecuentemente, $s(m)$ será la ecuación utilizada para captar la relación subyacente entre los rendimientos y los plazos al vencimiento o madurez, sin recurrir a modelos más complejos que involucren un mayor número de parámetros.

Svensson (1994) propone una nueva versión de la curva de Nelson y Siegel (1987) donde un cuarto término es incluido para producir un efecto adicional y semejante al proporcionado por β_2 : $\beta_3(m/\tau_2)e^{-m/\tau_2}$.

En este caso, la función para describir la dinámica de las tasas forward es:

$$f(m) = \beta_0 + \beta_1 e^{-m/\tau_1} + \beta_2 (m/\tau_1) e^{-m/\tau_1} + \beta_3 (m/\tau_2) e^{-m/\tau_2}$$

La curva spot de Svensson (1994) puede ser derivada a partir de la curva forward en forma semejante a la descrita para el modelo de Nelson y Siegel (1987), obteniendo la siguiente expresión:

$$s(m) = \beta_0 + \beta_1 \frac{1 - e^{-m/\tau_1}}{(m/\tau_1)} + \beta_2 \left(\frac{1 - e^{-m/\tau_1}}{(m/\tau_1)} - e^{-m/\tau_1} \right) + \beta_3 \left(\frac{1 - e^{-m/\tau_2}}{(m/\tau_2)} - e^{-m/\tau_2} \right)$$

Svensson (1994) propone estimar los parámetros de la curva cero cupón (curva spot), minimizando una medida de ajuste tal como la suma de cuadrados del error sobre los precios spot; sin embargo, enfatiza en que los precios pueden llegar a ser mal ajustados para los activos de madurez corta. En lugar de llevar el análisis por este camino, propone estimar los rendimientos fundamentados, principalmente, en que las decisiones de la política económica se basan en el comportamiento de las tasas y que obteniendo las tasas a través de la curva, los precios pueden ser calculados una vez la función de descuento es evaluada. De esta manera, los parámetros son escogidos minimizando la suma de cuadrados de la diferencia entre los rendimientos observados y estimados por la curva.

La estimación es realizada por medio de máxima verosimilitud, mínimos cuadrados no lineales o el método de momentos generalizados. En muchos casos, como afirma Svensson (1994), el modelo de Nelson y Siegel proporciona ajustes satisfactorios, aunque en algunos casos cuando la estructura de las tasas de interés es más compleja, el ajuste del modelo de Nelson y Siegel (1987) es poco satisfactorio y el modelo de Svensson (1994) logra desempeñarse mejor.

3. APROXIMACIÓN A UNA CALIFICACIÓN CREDITICIA

A partir de las consideraciones teóricas resumidas en la sección anterior, se evidencia que aunque existen diversas metodologías para determinar una calificación de riesgo crediticio, la posibilidad de que una compañía que carece de ella pueda anticiparse, aún es muy limitada.

Por lo anterior, se propone a través de una metodología de Ranting Sintético, analizar el comportamiento histórico de los indicadores financieros de las empresas que han emitido deuda en Colombia, y con la utilización de una función obtenida mediante un modelo de regresión logística ordinal, obtener una aproximación a lo que puede llegar a ser la calificación crediticia de las empresas que aún no han sido calificadas.

3.1 Información Utilizada – Base de Datos

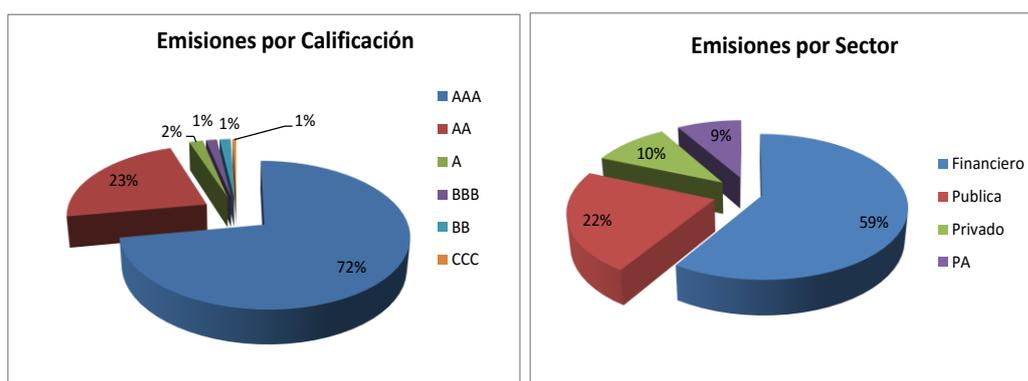
Para el desarrollo de la investigación, se tomó como base las calificaciones de las emisiones realizadas en Colombia por el sector financiero, público y corporativo a través de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) y calificadas por alguna sociedad calificadoras como BRC, Fitch Rating o Value Risk, en una ventana de tiempo de nueve (9) años, desde enero del 2006 hasta septiembre del 2015.

Se obtuvo información acerca de 733 colocaciones, contenidas en 358 emisiones, con plazos entre 45 días y 40 años y calificaciones de deuda a largo y corto plazo desde la más alta calidad crediticia (AAA) hasta la de más alto riesgo de incumplimiento (CCC). Las calificaciones desde AAA a A se extrajeron de la base de datos de la BVC y las inferiores a A de la base de datos de BRC que su generalidad eran emisiones realizadas a través de patrimonios autónomos y que en las revisiones periódicas o extraordinarias fueron deteriorando la calificación hasta llegar a la más baja. La anterior

información se encuentra detallada en el Anexo 1 “Base emisiones consolidada BVC”.

Para efectos de análisis preliminar, se definió unificar en un mismo grado de inversión las aproximaciones de las calificaciones representadas con símbolos (+) o (-) es decir, que a un grupo de calificaciones AA(-), AA y AA(+) se agrupó en calificación AA. Cabe mencionar que los símbolos consideran aspectos cualitativos como la calidad de la gerencia y la estructura de manejo de riesgos financieros, considerados directamente por las sociedades calificadoras. La figura 2. Muestra la distribución de las emisiones por tipo de calificación y sector.

Figura 2. Distribución de las emisiones por calificación y sector



Fuente: Bolsa de Valores de Colombia - Elaboración Propia

Las empresas con calificaciones AAA representan el 72% de la muestra, las AA el 23% y las demás el 5%. En empresas del sector financiero se concentra el 59% de las emisiones, en empresas del sector público el 22%, el 10% en empresas del sector privado y el 9% se emitieron a través de patrimonios autónomos.

Se debe resaltar que para la determinación de los indicadores financieros se excluyó de la base de datos las emisiones realizadas por entidades financieras, debido a que su comportamiento difiere del presentado por empresas de sector

real, dado que su operación se basa en la intermediación financiera dándole mayor relevancia a la calidad de la cartera de créditos y al fondeo de la misma vía la captación de recursos del público, adicional a la fortaleza patrimonial que requieren para soportar los niveles de solvencia exigidos.

3.2 Determinación de Indicadores Financieros

A lo largo de esta investigación encontramos que ha existido un considerable debate en la literatura tradicional, sobre qué ratios son los más útiles para valorar la probabilidad de incumplimiento o quiebra de una compañía, en la que se basa principalmente una calificación crediticia. En el trabajo de Escobillana (2015) se menciona que existe evidencia empírica que demuestra que las calificaciones crediticias carecen de verdadera información, viéndose firmas que caen en default sorpresivamente y que según Parthoy (2002) se ha visto que existe una baja o nula correlación entre un bajo rating crediticio y caer en default.

Sin embargo, nuestra propuesta de selección se basa en dos de los criterios utilizados por Beaver (1966), ratios que hubieran funcionado bien en algún estudio previo y ratios populares para medir la solvencia de la empresa. Para nuestro caso, se tomarán los ratios del modelo de Altman (1995) ajustado a mercados emergentes, por demostrar su alto grado de predicción frente a otros modelos, y los del estudio realizado por Deutsche Bank (2006) en donde muestra la importancia en primer y segundo lugar, que les dan las empresas a los indicadores financieros al momento de evaluar su nivel de endeudamiento.

Este último criterio considerándolo de los más importantes, por recoger la precepción de los administradores que toman las decisiones al interior de las compañías y convertirse en el factor determinante que no contiene una “receta” sino la realidad, como lo mencionó el Doctor Pablo Fernández en la Conferencia Internacional de Finanzas 2015.

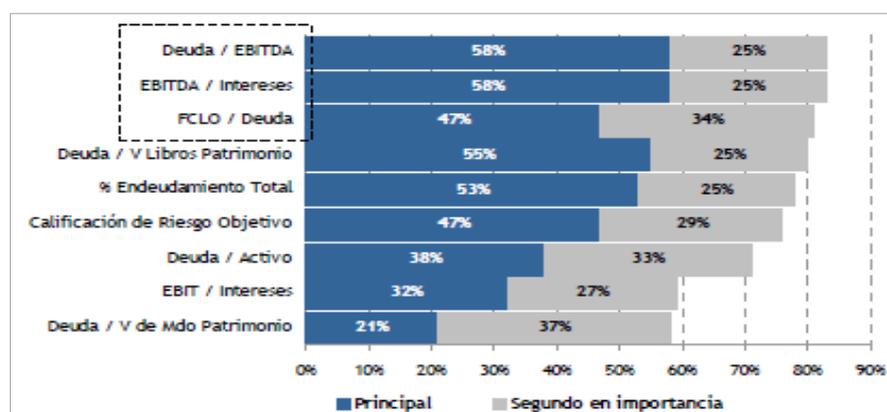
Tabla 1. Indicadores Modelo Altman para Mercados Emergentes

FACTOR	RATIO	FORMULA
X1	De Liquidez	Capital de Trabajo / Total Activos
X2	De Rentabilidad Acumulada	Utilidades Retenidas / Total Activos
X3	De Rentabilidad	Utilidad Operativa / Total Activos
X4	De Estructura Financiera	Capital / Total Pasivos

Fuente: Altman (1995) – Elaboración Propia

Altman interesado en perfeccionar y superar su modelo, para ser utilizado en economías emergentes, como es el caso de Colombia, realizó algunos ajustes al factor de ponderación del modelo inicial y en 4 variables reunión ratios de liquidez, rentabilidad y estructura financiera. Este nuevo modelo dio como resultado una capacidad predictiva de más del 89% en empresas sanas y del 96% en empresas fracasadas dentro de la muestra de estimación. (Ibarra, 2001).

Figura 3. Prelación de indicadores para medir nivel de endeudamiento



Fuente: Deutsche Bank (2006)

En la figura anterior, se evidencia que en primer lugar las empresas utilizan la deuda sobre es el Ebitda¹⁹, dado que este ratio proporciona una indicación de la capacidad del emisor de contraer deuda adicional y de refinanciar la deuda que vence. Y la cobertura que tiene el Ebitda sobre los intereses, esto es interesante, dado que este indicador mide la caja operacional propia de la empresa y según Grajales (2008), son de los más usados al fijar covenants²⁰ por parte de las instituciones financieras y calificar emisiones de deuda corporativa.

Un segundo grupo de importancia lo tienen dos indicadores. El 55% de las empresas utilizan la deuda sobre el patrimonio (grado de apalancamiento) y el 53% el porcentaje de endeudamiento total. Según Grajales (2008), significa que lo principal es monitorear un flujo dinámico que proviene del estado de resultados y luego ver su impacto en el resultado final.

Derivado de lo anterior, los indicadores que utilizaremos para nuestro caso de análisis son: Apalancamiento, Cobertura de Intereses, Leverage y Nivel de Endeudamiento tomados de la encuesta del Deutsche Bank (2006) y X1, X2, X3 y X4 del modelo de Altman para economías emergentes. Detalle que se muestra a continuación en la Tabla 2.

19 Earnings Before Interests, Taxes, Depreciations and Amortizations.

20 Los Covenants son una serie de acuerdos de préstamo que determinan en distintas magnitudes cómo los prestatarios pueden funcionar y manejarse financieramente. Estos indicadores son utilizados por los bancos para asegurarse de que los prestatarios operarán de una manera financieramente prudente y que les permitirá repagar su deuda. Un covenant puede restringirle a la empresa adquirir nueva deuda o repartir dividendos.

Tabla 2. Indicadores utilizados para la aproximación a la Calificación

Indicador	Formula	Descripción
Apalancamiento 1	$\text{Pasivo (Deuda) / Ebitda (Util. Operacional)}$	Capacidad del emisor de contraer deuda adicional y de refinanciar la deuda que vence. Se considera con frecuencia que la deuda con relación a EBITDA es más significativa para medir el apalancamiento de los emisores. Entre mayor sea el resultado significa que es menor su capacidad de contraer nuevas deudas
Cobertura de Intereses	$\text{Util. Operacional (Ebit) / Intereses (Gasto Financiero)}$	Relaciona el resultado operativo con el interese que genera la deuda e indica la cantidad de veces que la Cía. gana o cubre los intereses de la deuda. Entre mayor sea el resultado es mayor el margen de cobertura
Apalancamiento 2 - Leverage	$\text{Pasivo (Deuda) / Patrimonio (Vir. En Libros)}$	Relación entre capital propio y crédito invertido en una operación financiera. Al reducir el capital inicial que es necesario aportar, se produce un aumento de la rentabilidad obtenida. El incremento del apalancamiento también aumenta los riesgos de la operación, dado que provoca menor flexibilidad o mayor exposición a la insolvencia o incapacidad de atender los pagos. Entre mayor sea su resultado mayor el riesgo
Nivel de Endeudamiento	$\text{Total Pasivo / Total Activo}$	Establece el porcentaje de participación de los acreedores dentro de la empresa, parecería sensato que la relación entre deuda y aportes sea de 1 a 1, es decir del 50%, sin embargo en épocas de recesión económica es preferible que este por debajo del 50% y en épocas de crecimiento puede ser razonable entre 50% y 70%.
X1 - Altman	$\text{(Activo Cte - Pasivos Cte) / Total de Activos}$	Al relacionar el capital de trabajo con el total de activos se obtienen la medida en que los activos líquidos netos de la empresa se relacionan con su capitalización total. Pérdidas operacionales implican una disminución en el activo circulante en relación al total.
X2 - Altman	$\text{Utilidades Retenidas / Total Activo}$	Mide la rentabilidad acumulada de una empresa. La edad de una firma se encuentra implícita en este ratio: una empresa más nueva debería tener una bajo ratio ya que no lleva el tiempo suficiente como para haber acumulado grandes rentabilidades.
X3 - Altman	$\text{Util. Operacional / Total Activos}$	Permite medir la verdadera productividad de la empresa al considerar la rentabilidad de sus activos excluyendo cualquier incentivo tributario y de endeudamiento.
X4 - Altman	$\text{Capital / Total Pasivos}$	Muestra cuánto puede caer el valor de los activos (medidos como el valor de mercado del capital más la deuda) de una firma antes de que los pasivos superen a los activos y la firma se vuelva insolvente.

Fuente: Elaboración Propia

Los datos obtenidos para generar los indicadores financieros, que en nuestro modelo son las variables independientes, se extrajeron de un histórico de 5 años de los Estados Financieros de cada una de las compañías emisoras, contenidos en la base de datos de BPR Benchmark y de la Superintendencia Financiera de Colombia.

La base de datos no contiene el detalle de algunas cuentas contables necesarias para el cálculo de algunos de los indicadores razón, como lo es la amortización y depreciación, razón por la cual se realizó un ajuste en el cálculo del indicador de apalancamiento, tomando como "ebitda" la cuenta de utilidad operacional, también llamada "ebit"²¹.

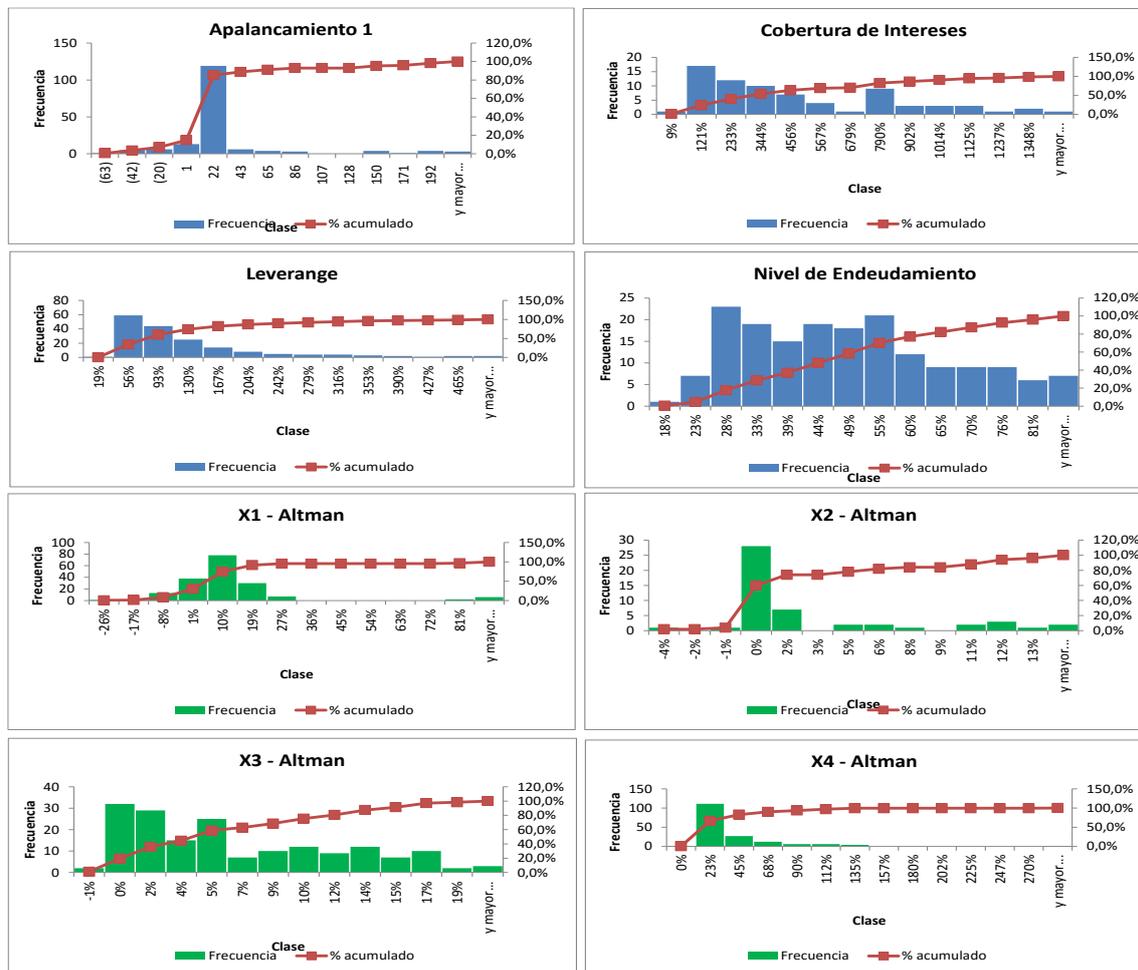
Es importante resaltar que el esquema de reporte de información, tanto privado como público, se ha centrado de manera importante en las empresas grandes, de esta manera una proporción importante de la población empresarial ha quedado por fuera de los registros y de información financiera valiosa para los análisis de riesgos y calificaciones de crédito. (Salazar y Guerra, 2007).

3.3 Análisis estadístico y comportamiento de las variables

Una vez calculados los indicadores financieros, detalle que se encuentra en el Anexo 2 "Base indicadores consolidada BPR y SFC", se procedió a través de estadística descriptiva con el análisis de las medidas de tendencia central y con el cálculo del percentil 95 y 5 con el fin de obtener el grupo de datos que concentraban el 90% de la muestra y a través de histogramas de frecuencia obtener una primera vista de la distribución de la muestra, como se evidencia en la Figura 4.

²¹ Ebit: Earnings before interest and taxes

Figura 4. Histogramas de Frecuencia



Fuente: Elaboración Propia

Como lo muestra la Figura 4, el 85,2% de las empresas de la muestra están apalancadas hasta en 22 veces y su utilidad operacional. El 82,4% de las empresas tienen cubiertos sus intereses hasta en un 79%. El 82,2% están apalancadas hasta en un 167% respecto a su patrimonio y en cuanto al nivel de endeudamiento, el 82,3% están endeudadas hasta un 65%.

Para la variable X1-Altman, el 74,4% de las empresas tienen relacionados los activos líquidos con su capitalización total hasta en un 10%. En la variable X2-Altman, el 82% tienen una rentabilidad acumulada hasta del 10%. La variable X3-Altman, muestra que el 80,06% de las empresas son verdaderamente

productivas hasta en un 12% y finalmente la variable X4-Altman, señala que el 82.7% de las empresas puede caer el valor de sus activos hasta en un 45%.

3.4 Regresión Logística Ordenada (Logit Ordinal)

Según lo mencionado durante el desarrollo de la presente investigación, donde parte de esta es la aproximación a obtener una calificación crediticia, basada en los indicadores financieros definidos en la Tabla 2, con la consideración de que en la revisión bibliográfica descrita en el capítulo 2 se logró identificar que pueden existir diversas maneras de obtener o construir un rating, y que a pesar de que los diferentes autores hayan utilizado un sin número de razones financieras, siempre ha existido y existirá la crítica de por qué no se usaron más o menos razones o por que no se usaron otras diferentes.

Por lo anterior, en esta parte de la investigación ofrecemos una opción de rating con el objetivo de obtener una aproximación a la calificación crediticia, la cual sumada al desarrollo de la metodología de costo de deuda explicado en el siguiente capítulo, permitirá que las empresas en Colombia puedan obtener un valor de costo de la deuda aproximado.

Dentro del análisis se usaron la totalidad de los indicadores definidos en la Tabla 2, (8 en total). De esta manera se utilizó una regresión logística ordinal, utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statistics²² validando si en primera medida el modelo genera predicciones.

²² SPSS: *Statistical Package for the Social Sciences*

Tabla 3. Información sobre el ajuste de los modelos

Modelo	-2 log de la verosimilitud	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Sólo intersección	73,747			
Final	51,264	22,482	8	,004

Función de vínculo: Logit.

Fuente: Elaboración Propia

A continuación se presenta la prueba de hipótesis del estudio:

H₀: Es un modelo adecuado sólo con la constante

H₁: No es un modelo adecuado sólo con la constante

Al validar la significancia del modelo, debido a que se observa que el P-Value es menor que 0,05, la hipótesis nula se rechaza, es decir, que al introducir variables al modelo mejora de forma significativa, respecto a un modelo solo con la constante, en nuestro caso la calificación.

Tabla 4. Bondad de ajuste

	Chi-cuadrado	gl	Sig.
Pearson	84,143	116	,989
Desviación	51,264	116	1,000

Función de vínculo: Logit.

Fuente: Elaboración Propia

La tabla anterior contiene la estadística chi-cuadrado de Pearson para el modelo y otra estadística de chi-cuadrado sobre la base de la desviación, considerando que estas estadísticas son muy útiles para modelos que contengan un número pequeño de variables predictoras categóricas. El problema que se presenta en este tipo de pruebas donde se utilizan variables continuas es el número de celdas vacías que se pueden presentar, para este la

base de datos no contiene celdas vacías aunque si casillas con frecuencias de cero por ser razones financieras.

Tabla 5. Pseudo R-Cuadrado

Cox y Snell	,505
Nagelkerke	,561
McFadden	,305
Función de vínculo: Logit.	

Fuente: Elaboración Propia

Con la prueba del Pseudo R- Cuadrado, descrita en la tabla anterior, se puede observar la variabilidad en la variable dependiente, calificaciones, asociada a los factores de predicción, es este caso, las razones financieras.

Los valores de la Pseudo R- Cuadrado, son muestras de la variabilidad del explicada por el modelo, observando que la Nagelkerke estima un 56.1% dicha variabilidad.

Tabla 6. Estimaciones de los parámetros Inicial

	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
						Límite inferior	Límite superior	
Umbral	[Calificación = AA]	1,523	2,707	,317	1	,574	-3,782	6,828
	[Calificación = AAA]	6,166	2,890	4,552	1	,033	,502	11,830
	[Calificación = BB]	7,590	3,107	5,968	1	,015	1,501	13,680
	[Calificación = BBB]	8,867	3,331	7,086	1	,008	2,338	15,395
Ubicación	Apalancamiento 1	-,010	,012	,763	1	,382	-,033	,013
	Cobertura de Intereses	,002	,049	,002	1	,962	-,094	,098
	Apalancamiento 2	-2,506	1,525	2,701	1	,100	-5,494	,483
	Nivel de endeudamiento	12,376	8,066	2,354	1	,125	-3,432	28,184
	X1 – Altman	6,830	4,506	2,297	1	,130	-2,002	15,661
	X2 – Altman	-7,788	7,544	1,066	1	,302	-22,574	6,998
	X3 – Altman	-4,838	7,558	,410	1	,522	-19,653	9,976
	X4 – Altman	3,229	1,860	3,013	1	,083	-,417	6,875

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla anterior se puede observar la estimación de los parámetros de los modelos, la significancia y el intervalo de confianza de cada parámetro,

adicionalmente permite determinar que variables tienen poca significancia en el modelo propuesto, basados en los P-Value mayores que 0,05, lo que se puede traducir en la eliminación del modelo.

A partir del análisis anterior se procedió a la eliminación de las variables, razones financieras, no significativas, Apalancamiento1, Cobertura de Intereses, Apalancamiento2, X2- Altman y X3- Altman.

Obteniendo el siguiente resultado:

Tabla 8. Estimaciones de los parámetros

	Estimación	Error típ.	Wald	gl	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
						Límite inferior	Límite superior
[Calificación = A]	-1,515	,490	9,547	1	,002	-2,476	-,554
[Calificación = AA]	,237	,421	,317	1	,573	-,588	1,061
Umbral [Calificación = AAA]	3,075	,497	38,229	1	,000	2,100	4,050
[Calificación = BB]	3,733	,532	49,301	1	,000	2,691	4,776
[Calificación = BBB]	6,164	,862	51,108	1	,000	4,474	7,854
Nivel de Endeudamiento	2,737	,857	10,192	1	,001	1,057	4,417
Ubicación X1 – Altman	1,742	,604	8,317	1	,004	,558	2,925
X4 - Altman	,032	,010	11,458	1	,001	,014	,051

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se concluye la investigación referente a los indicadores que tienen más relevancia en la obtención aproximada de una calificación crediticia. Para mayor detalle se puede consultar el Anexo 3. Salidas Modelo de Regresión Logística Ordinal.

4. MODELO COSTO DE DEUDA

Una vez definido el modelo de calificación según los indicadores financieros más relevantes para la misma, el siguiente desafío de esta investigación es identificar el costo de la deuda para cada una de las calificaciones. Por lo tanto, en este capítulo se plantea hallar el spread sobre la curva cero cupón²³ de deuda soberana, en adelante (CCC), para cada una de las calificaciones en diferentes plazos.

4.1 Metodología

De la base de datos de la Bolsa de Valores de Colombia se tomaron como referencia 507 colocaciones, considerando como criterio de eliminación las que tenían spreads negativos o spread sobre la curva mayores a 500 puntos básicos. De esta base filtrada se tomaron las condiciones faciales de las colocaciones como lo son, fecha de emisión, plazo, tipo de tasa y periodicidad de pago.

Debido a que las emisiones en Colombia en su mayoría fueron calificadas en los rangos de AAA y AA, según lo descrito en la Figura 1. del presente documento, se tomaron las calificaciones de las emisiones de los patrimonios autónomos que han tenido un deterioro en su calificación al pasar de los años, así se logró construir la curva hasta CCC considerando la tasa exigida por el mercado en el momento en que se deteriora dicha calificación.

La tasa facial o cupón, se generó a partir del indicador de referencia adicionando el spread según era el caso, IPC, UVR, DTF, IBR y tasa fija, posteriormente se buscó para cada fecha de emisión el indicador vigente de

²³ Curva Cero Cupón: Curva que relaciona los tipos de interés de contado con sus plazos de vencimiento; indica la rentabilidad que el mercado estaría exigiendo en cada plazo, para un activo libre de riesgo. Se elabora a partir de instrumentos sin riesgo de crédito (deuda pública) emitidos al descuento o con cupón cero, de modo que la duración del agregado coincide con cada uno de los plazos (por tanto, no existe riesgo de precio ni de reinversión).

ese momento, como fuente de esta información se tomó Bloomberg²⁴. El histórico se encuentra contenido en el Anexo 4 “Histórico de tasas e índices”.

Aprovechando la metodología de la CCC, esta se utilizará para determinar el spread de la tasa de las emisiones sobre dicha curva. Para la construcción de esta se utilizaron los betas y taos históricos desde el año 2006 hasta octubre de 2015 publicados por PIPCo²⁵. Ver Anexo 5 “Histórico curva cero cupón deuda soberana en pesos”.

Para la construcción de la curva se utilizó la metodología desarrollada por Nelson y Siegel (1987), a partir de las tasas forwards instantáneas obteniendo las tasas spot para cada fecha y plazo de las emisiones. El detalle de los cálculos se encuentra en el Anexo 5 “Histórico curva cero cupón deuda soberana en pesos”.

Una vez calculadas las tasas spot se comparó por cada emisión la tasa facial versus la tasa de la curva cero cupón de deuda soberana obteniendo así el spread sobre la curva según la calificación y la duración de cada papel.

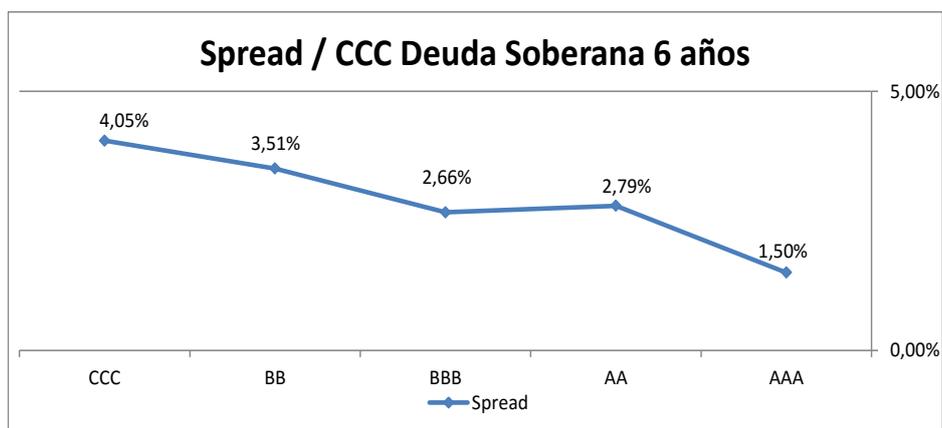
Respecto a la calificación A, se debe tener en cuenta que la información para el cálculo de los spreads no fue suficiente ni de calidad, debido a que la información disponible era de emisiones de bonos de entidades multilaterales como el Banco Centroamericano de Integración Económica BCIE y Corporación Andina de Fomento – CAF, cuyo spread sobre la curva de deuda soberana es menor a la identificada de los bonos de renta fija del sector financiero y sector real. Por lo anterior, no se tiene en cuenta en este análisis los resultados de las calificaciones A para la construcción de la curva de spreads.

²⁴ Bloomberg: Es una compañía estadounidense que ofrece software financiero, datos y noticias.

²⁵ PIPCo: Proveedor de precios aprobado por la Superintendencia Financiera de Colombia.

Con lo anterior, se logró evidenciar que en el rango de duración de seis años se concentraba la mayor información y por lo tanto se podía construir la curva de las calificaciones desde AAA hasta CCC (AAA, AA, BBB, BB y CCC) a partir de este término, para lo cual se tomó este rango de duración como referencia inicial para definir el spread por cada calificación.

Figura 5. Spread / CCC deuda soberana a 6 años



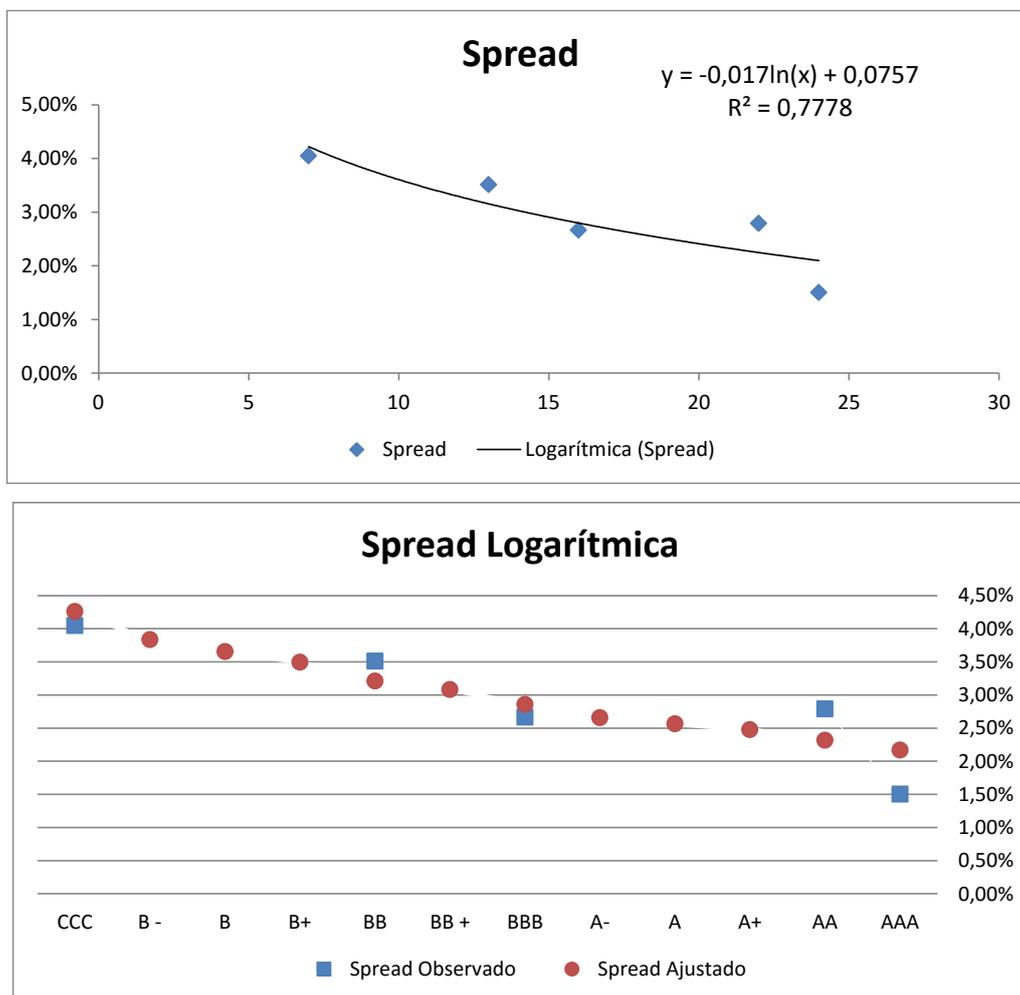
Fuente: Elaboración Propia

En la Figura anterior, se evidencia el comportamiento del spread sobre la deuda soberana a seis años para las diferentes calificaciones. Es decir, que el spread que tiene la calificación BBB es de 2.66% o 266 puntos básicos sobre la deuda soberana, mientras que es la calificación AAA, tienen un spread de 1.50% o 150 puntos básicos sobre la deuda soberana a seis años.

4.2 Desarrollo del Modelo

Para el desarrollo del modelo de spread de deuda, se debe identificar la fórmula de ajuste que más relación tiene entre los spreads observados según la calificación, por lo tanto, se calcularon las líneas de tendencias con funciones polinómica, logarítmica y lineal, eligiendo una función logarítmica con $R^2=0.7778$, como se observa en la Figura 6.

Figura 6. F(x) de Ajuste



Fuente: Elaboración Propia

De igual manera se puede obtener un rango esperado de spread por calificación utilizando la fórmula de ajuste logarítmica que se presenta a continuación para el rango de seis años de duración:

$$y = -0.017\ln(x) + 0.0757$$

Con el ánimo de aplicar la función de ajuste logarítmica descrita anteriormente, se realizó la homologación de la escala de calificación según lo establecido en la Tabla 8 del presente documento, y así otorgarle un valor numérico a la serie alfabética de calificaciones.

Tabla 8. Homologación de calificaciones

Calificación	Valor
AAA	24
AA+	23
AA	22
AA-	21
A+	20
A	19
A-	18
BBB+	17
BBB	16
BBB-	15
BB+	14
BB	13
BB-	12
B+	11
B	10
B-	9
CCC+	8
CCC	7
CCC-	6
CC	5
C	4
DDD	3
DD	2
D	1
E	0

Fuente: Elaboración Propia

Como se mencionó anteriormente, el spread sobre la curva se tomó a partir del rango de duración de seis años, y partiendo de allí se podrá determinar los spread a diferentes plazos como 3, 6 y 10 años. Por lo anterior, se utilizó nuevamente la metodología desarrollada por Nelson y Siegel (1987) para hallar tasas forward instantáneas, obteniendo betas y taos a partir de la minimización del error cuadrático de cada spread a través de la herramienta de Solver de Excel, y aplicando a cada plazo según la calificación, como se evidencia en la Tabla 9. El detalle de los cálculos se presenta en el Anexo 6 “Nelson & Siegel tasas forwards”.

Tabla 9. Curva de Calificaciones y Plazos Nelson & Siegel – Tasas Forwards

Calificación	Spread por Calificación y Plazo Observados		
	Spread Obs. 3 Años	Spread Obs. 6 Años	Spread Obs. 10 Años
AAA	1,32%	1,50%	1,76%
AA	2,66%	2,79%	2,99%
BBB	2,57%	2,66%	2,83%
BB	3,42%	3,51%	3,67%
CCC	3,96%	4,05%	4,20%

Fuente: Elaboración Propia

Utilizando la homologación de la Tabla 9, se obtienen las siguientes curvas de spread según el plazo y la calificación, donde cada plazo de la curva tiene su propia fórmula de ajuste logarítmica, como se muestra a continuación:

Tabla 10. Spread por Calificación y Plazo

Spread por Calificación y Plazo Calculados a partir de F(x) de ajuste				
Escala	Calificación	$y = -0,018\ln(x) + 0,0761$ Spread 3 Años	$y = -0,017\ln(x) + 0,0757$ Spread 6 Años	$y = -0,017\ln(x) + 0,0759$ Spread 10 Años
24	AAA	1,89%	2,17%	2,19%
22	AA	2,05%	2,32%	2,34%
20	A+	2,22%	2,48%	2,50%
19	A	2,31%	2,56%	2,58%
18	A-	2,41%	2,66%	2,68%
16	BBB	2,62%	2,86%	2,88%
14	BB +	2,86%	3,08%	3,10%
13	BB	2,99%	3,21%	3,23%
11	B+	3,29%	3,49%	3,51%
10	B	3,47%	3,66%	3,68%
9	B -	3,65%	3,83%	3,85%
7	CCC	4,11%	4,26%	4,28%

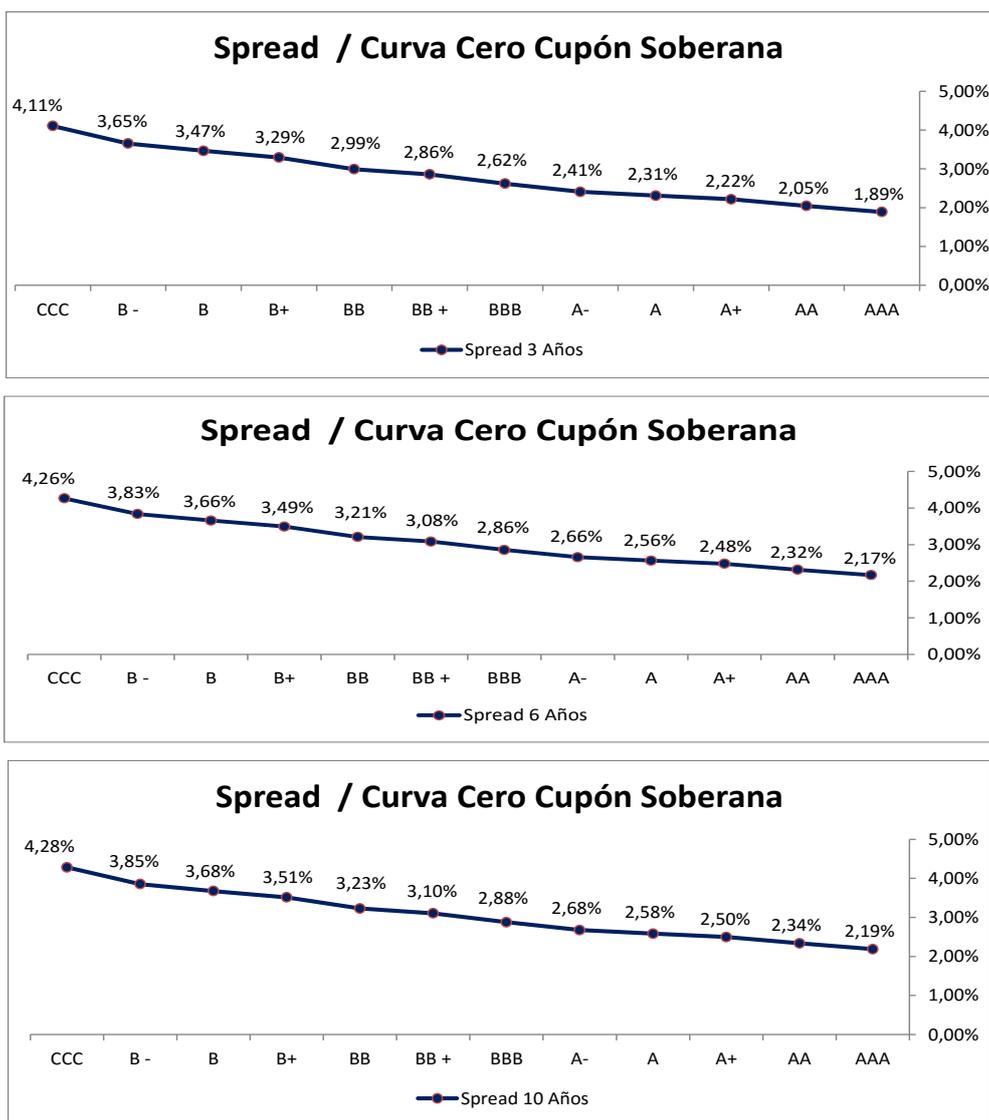
Fuente: Elaboración Propia

Lo que significa la información de la tabla 9 y 10, es que el análisis se puede extender a diferentes duraciones de deuda. Por ejemplo, si un título de deuda pública con vencimiento a 10 años paga 7.10% para una compañía AAA representaría un 9.29% y para una BB al mismo plazo un 10.78%. Cabe anotar que estas tasas son antes de impuestos, anotación muy relevante dado que los

intereses como se detalló a lo largo de la investigación son deducibles de impuestos.

A continuación en la Figura 7, se muestra la representación gráfica del comportamiento del spread para los plazos de 3, 6 y 10 años.

Figura 7. Spread / Curva Cero Cupón Soberana por plazos



Fuente: Elaboración Propia

4.3 Resultado Final

Como resultado de la investigación y análisis descrito anteriormente, se obtiene un Modelo estimativo de costo de deuda a partir de la aproximación de una calificación bajo una metodología de rating sintético, contenido en una matriz por calificación donde se resumen el comportamiento de los indicadores financieros que mejor se aproximan a cada calificación y el spread sobre la curva de deuda soberana para los plazos 3, 6 y 10 años, la cual puede ser utilizada por cualquier empresa, banca de inversión o analista de proyectos para obtener el costo de la deuda que puede ser incorporado en el cálculo del WACC y la estructura de capital, resumida a continuación:

Tabla 11. Estimativo de costo de deuda a partir de la aproximación de calificación bajo una metodología de rating sintético.

Calificación	Indicadores Financieros			Spread por Calificación y Plazo Observados		
	Endeudamiento	X1-Altam (Capital	X4-Altman (Capital /	Spread Obs. 3	Spread Obs. 6	Spread Obs. 10
AAA	43,4%	3,5%	17,4%	1,32%	1,50%	1,76%
AA	44,5%	9,8%	14,2%	2,66%	2,79%	2,99%
BBB	63,2%	11,3%	48,1%	2,57%	2,66%	2,83%
BB	51,8%	25,2%	34,1%	3,42%	3,51%	3,67%
CCC	65,0%	85,8%	39,1%	3,96%	4,05%	4,20%

Fuente: Elaboración Propia

El detalle de los cálculos del modelo se encuentra en el Anexo 7 “Estimativo del costo de deuda a partir de la aproximación de una calificación bajo una metodología de rating sintético”.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio se revisaron diferentes corrientes que pretenden determinar la calificación crediticia, el estado financiero de una compañía, su costo de deuda y hasta la probabilidad de entrar en banca rota, basados en diferentes indicadores financieros enfocados a medir la capacidad de endeudamiento, el apalancamiento y cubrimiento de intereses, así como los utilizados por Altman para mercados emergentes que se agrupan en capital de trabajo, la rentabilidad, productividad, capacidad de generación de valor.

En el momento de aplicar las razones financieras a las compañías Colombianas objeto de este estudio, se logra proponer por medio de una regresión logística ordinal que indicadores como endeudamiento, capital de trabajo, productividad y capacidad de generación de valor, son las razones que mejor se aproximan a una calificación otorgada a cada compañía, infiriendo así que los indicadores que resumen la verdadera operatividad de la empresa son relevantes en el momento de otorgar una calificación crediticia.

Un punto importante que se debe resaltar es el apetito de riesgo del mercado, el cual premia a las empresas o emisiones que tengan calificaciones en el rango de alta calificación crediticia y principalmente del sector financiero y en menor proporción del sector pública y privado. Evidenciando que las calificaciones inferiores a esta categoría se otorgan en el momento en que las calificadoras hacen sus revisiones periódicas o extraordinarias donde a partir del deterioro de las razones financieras se genera una nueva calificación que se traduce en mayor riesgo.

A partir de dichos indicadores financieros se puede calcular de una manera aproximada la calificación que puede ser otorgada por el sector financiero o las calificadoras de riesgo, lo que genera en las empresas colombianas la posibilidad de conocer los rangos de los indicadores según la calificación y

comparar su situación actual permitiendo establecer estándares de productividad y gestión al interior de las compañías.

Este trabajo no solo se enfocó en la identificación de las razones financieras que se aproximan a definición de las calificaciones crediticias, sino que además a partir de las diferentes calificaciones se pudo obtener las tasas de las emisiones exigidas por el mercado en el momento de la emisión inicial así como la exigida cuando el resultado de las revisiones periódicas o extraordinarias mostraban un deterioro de la dicha calificación, lo que permitió comparar el costo de la deuda contra la curva cero cupón de deuda soberana en Colombia, obteniendo los spreads, los cuales por medio de una fórmula de ajuste logarítmica permite obtener el spread de cada uno de los nodos de la curva de calificaciones. Adicionalmente mediante la aplicación de un método parsimonioso como el de Nelson & Siegel se logró estimar los spreads por cada calificación para diferentes plazo, así se puede obtener el costo de la deuda para tres (3), seis (6) y diez (10) años.

Lo anterior se puede considerar como un avance importante en la definición de la estructura de capital, porque permite el análisis o evaluación de proyectos en diferentes etapas o lapsos de tiempo.

Como recomendación o invitación para futuros trabajos de investigación se puede considerar el análisis de otras razones financieras, existen modelos de rating que pueden ser analizados según el juicio del investigador, dado que sea cual fuere la razón financiera, siempre van a existir detractores de dichos indicadores, también se puede basar en metodologías propias de cada entidad financiera, la comparación con diferentes curvas cero cupón según la tasa de referencia o familia de emisor, analizar el apetito de riesgo o exigencia del mercado de valores para que sean atractivas las emisiones de mayor riesgo.

6. OBRAS CONSULTADAS

- Altman, E.I. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, Vol. 23, n° 4, September, pp. 589-609.
- Altman, E., J. Hartzell, and M. Peck, (1995). "Emerging Markets Corporate Bonds: A Scoring System," Salomon Brothers Inc, New York, 1995.
- Beaver, W. H. (1966). "Financial Ratios as Predictors of Failure". *Journal of Accounting Research*. p. 123-127.
- Carrillo, G. y Rojas, M. (2013) *Análisis y Administración Financiera*. Octava Edición.
- Cano, C. Correa, R. Ruiz, L (2010). La curva de rendimientos y la toma de decisiones financieras. Banco Central de Reserva del Perú. *Revista Moneda Edición 145*.
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea (2004): *Convergencia Internacional de Medidas y Normas de Capital*. www.bis.org
- Comité de Supervisión Bancaria de Basilea. *Basilea III: Marco Regulador Global para reforzar los Bancos y Sistemas Bancarios*. Banco de Pagos Internacionales (2010). www.bis.org
- Damodaran, A. (2006) *Damodaran on Valuation, Second Edition*. Wiley Finance
- Damodaran, A. (2013) *Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2013 Edition*. Stern School of Business

- Durand, D. (1941) Risk elements in consumer installment financing. Working Paper, National Bureau of Economic Research, New York.
- Escobillana, P. (2015) Factores explicativos de la evaluación crediticia de las empresas en Chile, basados en ratios financieros.
- Fons, J. (1994) "Using Default Rates to Model the Term Structure of Credit Risk". Financial Analyst Journal. Octubre 1994.
- Grajales, D. (2008). Un enfoque dinámico para el estudio de la estructura de capital en Colombia: Modelo de Estructura Eficiente de Capital.
- Gallardo, M y Avilés, L. (2014). Estructura de capital y riesgo Financiero: Evidencia empírica en Pymes Hoteleras. Vol. 9.
- Guzmán, M.T. (2010) "Análisis de Riesgo de Crédito y Evidencia Empírica en Chile".
- Ibarra, A. (2001). Análisis de las dificultades financieras de las empresas en una economía emergente. Universidad Autónoma de Barcelona, Tesis Doctoral. Barcelona España.
- Jimenez, J. (2012). Betas Contables. Maestría en Finanzas Corporativas, Centro de estudios Superiores de Administración CESA. Bogotá, Colombia.
- Modigliani, F. y Miller, M. (1963) "Corporate income taxes and the cost of capital: a correction". The American Economic Review. Vol 53, N°3. Junio 1963.
- Nelson, C.R. y A.F. Siegel, (1987), Parsimonious modelling of yield curves, Journal of Business, 60, 473-489.

- Ohlson, J. (1980). Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy
Journal of accounting research, 18 (1).
- Rayo, S, Rubio, J y Camino, D. (2010). Un modelo de credit scoring para
instituciones de microfinanzas en el marco de Basilea II.
- Saavedra, M y Bustamante, S. (2013). El problema de financiamiento de la
pyme y el sistema nacional de garantías en Colombia.
- Salazar, N y Guerra, M. (2007). El acceso al financiamiento de las mipymes en
Colombia: el papel del Gobierno. Fedesarrollo.
- Servaes, Henri y TUFANO, Peter. (2006) Corporate Debt Structure. Liability
Strategies Group, Deutsche Bank. En: <http://www.morganmarkets.com>.
- Servaes, Henri y TUFANO, Peter. (2006) CFO Views on the Importance and
Execution of the Finance Function. Liability Strategies Group, Deutsche
Bank. En: <http://www.morganmarkets.com>.
- Servaes, Henri y TUFANO, Peter. (2007) The Theory and Practice of Corporate
Risk Management Policy. Liability Strategies Group, Deutsche Bank. En:
<http://www.morganmarkets.com>.
- Svensson, L. Estimating and Interpreting forward interest rates. Working Paper
N. 4871. National Bureau of Economic Research. 1992-1994.
- Zuleta, L (2011). Política pública e instrumentos de financiamiento a las Pymes
en Colombia. Comisión Económica para América Latina y el Caribe
(CEPAL).
- Zhou, C. "The term structure of credit spreads with jump risk". Journal of
banking & Finance, año 2001.