



**Colegio de Estudios
Superiores de Administración**

**MODELO CUANTITATIVO SOBRE RIESGO DE CRÉDITO PARA EMPRESAS DEL
SECTOR REAL INSCRITAS EN EL MERCADO DE CAPITALES COLOMBIANO.**

Nataly Cruz y Eduardo Andrade Jimeno

Colegio de Estudios Superiores en Administración –CESA–

Maestría en Finanzas Corporativas

Bogotá D.C.

2018

**MODELO CUANTITATIVO SOBRE RIESGO DE CRÉDITO PARA EMPRESAS DEL
SECTOR REAL INSCRITAS EN EL MERCADO DE CAPITALES COLOMBIANO.**

Nataly Cruz y Eduardo Andrade Jimeno

Director:

Bernardo León

Colegio de Estudios Superiores en Administración –CESA-

Maestría en Finanzas Corporativas

Bogotá D.C.

2018

Tabla de Contenido

1. Introducción	4
1.1 Pregunta De Investigación	6
1.2 Hipótesis	6
1.3 Objetivo General.....	7
1.4 Objetivos Específicos.....	7
1.5 Estado Del Arte.....	7
1.7 Marco Teórico.....	11
1.8 Metodología	41
1.8.1 MODELO CDS:.....	57
1.8.2 Escala Del Modelo Credit Risk Function De Bloomberg:.....	58
1.8.3 Standard And Poor's:.....	65
1.8.4 MOODY'S.....	73
1.8.5 Metodologías De Calificación Crediticia.....	75
1.8.6 Indice COLCAP-CDS	80
1.9 Conclusiones y Resultados.....	88
1.10 Bibliografía	92

Lista de Ilustraciones

Ilustración 1 Modelo Merton	28
Ilustración 2 Probabilidad default.....	33
Ilustración 3 Modelo Credit Risk Function de Bloomberg.....	53
Ilustración 4 Indice Colcap-CDS	81
Ilustración 5 Backtestig	87

Lista de Tablas

Tabla 1 Calculo Modelo Merton.....	42
Tabla 2 Merton Ecopetrol	44
Tabla 3 Desarrollo Modelo Merton	45
Tabla 4 Desarrollo Modelo Merton	46
Tabla 5 Resultado Modelo Merton	47
Tabla 6 Escala Modelo Credit Risk	58

1. INTRODUCCIÓN

El riesgo de crédito se conoce comúnmente como la probabilidad de impago de las obligaciones contraídas con entidades financieras que un país o un emisor poseen, de esta forma éste debe ser monitoreado constantemente de tal manera que se pueda identificar, cuantificar y gestionar evitar posibles quiebras, esto no solo aplica para las entidades financieras si no para cualquier tipo de empresa o persona con interés de invertir sus recursos y excedentes de liquidez en el mercado financiero.

Esta investigación la realizaremos basados en la necesidad que se tiene hoy en día de acceder a las mediciones correctas y confiables que permitan determinar si es viable o no la inversión en las empresas del mercado de valores colombiano, sin tener problemas de conflictos de interés obteniendo una información real de la situación actual de cualquier empresa a través de nuestro modelo el cual logrará determinar el riesgo de default que presentan las compañías.

El riesgo de default es el componente principal del riesgo de crédito para el desarrollo de nuestro trabajo de investigación tomamos las 10 empresas del sector real más representativas dentro del índice COLCAP en el mercado de valores colombiano para evaluar el riesgo de crédito que poseen estas compañías a través de dos modelos en los que vamos a basar nuestra investigación.

Como primer paso, usaremos el modelo de Merton para calcular la probabilidad de impago de estas compañías. A pesar que el modelo es conocido generalmente por el mercado, es un modelo que tiene muchas limitaciones y en la práctica los inversionistas no lo saben interpretar de manera correcta o sencillamente se remiten a las calificadoras de riesgo a la

hora de tomar una decisión. Por esta razón queremos buscar un modelo comparable, pero que sea más robusto, más confiable y sencillo de utilizar. Además, que para cualquier inversionista pueda resultar fácil y amigable calcular sensibilidades para mirar futuros escenarios en las compañías. Por consiguiente, nos enfocaremos en desglosar y comparar el modelo Credit risk function de Bloomberg, y así determinar si es un modelo que cumpla nuestras expectativas y tenga mejores resultados.

Este modelo de Merton se clasifica en dos momentos importantes, el primero se basa en identificar las condiciones bajo las cuales se espera que las empresas entren en default, esto ocurrirá cuando el valor de los pasivos en libros supere el valor de los activos a valor de mercado, de esta manera el emisor de la deuda tendrá dificultades frente a sus acreedores, por lo tanto el modelo estructural intenta modelar los activos y pasivos de las empresas que estudiaremos con el fin de determinar en qué momento pueda ocurrir el default.

Un segundo momento del modelo es determinar la probabilidad de que estas condiciones ocurran después de identificar las condiciones del primer momento, mediante Excel calcularemos las probabilidades de default a un año en las 10 empresas.

Para llegar a la probabilidad de default, Merton asocia el riesgo de crédito con la estructura de capital de las compañías, lo cual consiste en que entre mayor apalancamiento financiero posea una compañía esta crecerá su deuda y por lo tanto su riesgo a futuro de incumplimiento; conduciendo inevitablemente a una probabilidad mayor de quiebra.

El modelo se basa en el modelo de opciones financieras de Black & Scholes, el cual mediante distribuciones de probabilidad logra determinar el precio de una opción Call o Put, el resultado de este modelo nos permite tomar la decisión de ejercer o no la opción en un momento determinado. Lo que logra Merton con su modelo es mediante esta premisa

de Black & Scholes usar las acciones financieras como una compra de una opción Call y los Bonos como una venta de la opción Put.

En la revisión del modelo Credit risk function de Bloomberg, no sólo compararemos con el modelo de Merton, sino además con los ratings tanto de Standard and poor's como de Moody's. De esta manera, analizar que mejorías encontramos, cual sería más recomendable y que valor agregado le da el modelo Credit risk function de Bloomberg al momento de mirar probabilidades de impago en las empresas.

1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe algún modelo adicional a los utilizados en nuestro país, que sea sencillo de usar y fácil de acceder para cualquier agente del mercado que le permita conocer la probabilidad de quiebra real, actualizada y que lo lleve a tomar óptimas decisiones de inversión?

1.2 HIPÓTESIS

Se pueden plantear mejoras a los modelos utilizados para la medición de riesgo de crédito que generen confianza y otras alternativas para su medición, dado que es un problema no identificado en el mercado de capitales colombiano al no existir métricas que permitan identificar el riesgo de impago y de esa manera anticipar correctamente posibles incumplimientos o futuras crisis en los mercados que afecten a los inversionistas.

1.3 OBJETIVO GENERAL

Cuantificar el riesgo de crédito y proponer un modelo que nos permita determinar la probabilidad de impago de las empresas del sector real más significativas del mercado de valores de Colombia, basándonos metodologías internacionales desarrolladas en otros mercados.

1.4 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Estudiar la teoría y la aplicación de los modelos actuales para la medición del riesgo de crédito a nivel internacional.
- Relacionar su aplicación en nuestro mercado y validar su correcta funcionalidad.
- Revisar el papel que juega tanto el riesgo moral como la selección adversa en las calificadoras de riesgo tradicionales.
- Comparar un modelo contemporáneo e incluirlo en la realidad de las empresas para lograr dar un valor agregado al mercado.

1.5 ESTADO DEL ARTE

El desarrollo literario sobre el riesgo de crédito es bastante extenso y cuenta con diferentes autores que han realizado aportes valiosos, separándolos en dos grupos, el primer grupo se basa en el análisis de los efectos de las variables macroeconómicas en el riesgo de crédito y el segundo se basa en identificar los determinantes default de las empresas y los créditos, dado lo anterior se han encontrado trabajos que pertenecen al primer grupo que emplean las pruebas de

estrés, a fin de evaluar los efectos que puede generar el entorno macroeconómico adverso en el sistema financiero, a través del riesgo de crédito (Hoggarth et al.,2005), así mismo busca identificar las principales fuentes de vulnerabilidad estructural y de exposición al riesgo , lo que puede generar riesgo sistémico (Wong et al.,2005), estas metodologías han sido aplicadas a pruebas de estrés individuales para evaluar la sensibilidad del riesgo, con el objetivo de cuantificar el impacto que tiene un cambio adverso en una variable macroeconómica sobre el balance de los bancos, aunque han tenido críticas que se basan en la imposibilidad de evaluar los efectos de un escenario en el que se presenten cambios simultáneos en diferentes variables, tal como ocurre durante los periodos de crisis, Hoggarth et al.(2005) ha corregido estas debilidades el cual emplea funciones impulso-respuesta del modelo VAR¹ para evaluar el impacto de los distintos escenarios macroeconómicos sobre el indicador de mora² de los bancos en el Reino Unido.

Alves (2004) estima un modelo VEC uniecuacional para determinar la relación existente entre algunas variables macroeconómicas y la probabilidad de incumplimiento esperado, asimismo Wong et al.(2005) desarrollaron un marco de pruebas de estrés para el portafolio de créditos de los bancos de Hong Kong, se estima la probabilidad de incumplimiento por medio de modelos de regresión múltiple y la exposición de riesgo de cada banco al ambiente macroeconómico, para el caso colombiano tenemos aportes de Amaya (2005), en el que se estimó una relación de largo plazo entre el producto, las tasas de interés, los precios de la vivienda nueva y los indicadores de mora de las carteras hipotecarias y de consumo, así mismo mediante estimaciones tipo panel identificó el efecto que tienen los cambios en las variables macroeconómicas sobre los indicadores de rentabilidad de las empresas y el índice de mora de la cartera comercial. Gutiérrez y Vásquez (2008) extendieron el trabajo de Amaya (2005) y

¹ Es un modelo econométrico usado para capturar la interdependencia de dos o más series de tiempo.

² Se define como la razón de la cartera vencida y cartera brutal total.

estimaron un modelo VEC para la cartera comercial en el que incluyeron el desempleo entre las variables macroeconómicas.

En los trabajos que hacen parte al segundo grupo se caracterizan por la estimación de los modelos de forma reducida, cuyo objetivo es identificar los determinantes de la probabilidad de que una empresa entre en estado default, un trabajo pionero en este campo es Altman (1968) nos muestra los primeros trabajos en los que se analizó el riesgo de crédito en las empresas, donde se basaba en razones financieras de cada una de las empresas que estaban siendo analizadas, Altman introduce la metodología de análisis discriminante³ como herramienta para el análisis del riesgo de crédito y mediante la rentabilidad, el apalancamiento y el flujo de efectivo son determinantes al momento de explicar la quiebra de las empresas.

Merton presenta un modelo muy sencillo que puede ser usado para la valoración de cada uno de los instrumentos de la estructura financiera.

El proceso de default de una compañía está determinado por el valor de sus activos y así mismo el riesgo default de una compañía está directamente relacionado con la variabilidad del valor de los activos. Merton (1974) asume que la dinámica del valor de un activo V_t , puede ser descrita a través de un proceso de difusión desde una ecuación diferencial estocástica.

El valor de la firma y de los activos es igual y no depende en sí mismo de la estructura financiera. El valor de los activos V_0 es igual a la suma de los instrumentos que componen la estructura financiera, de la misma manera el valor del patrimonio es igual a la diferencia entre el valor de los activos y el valor de mercado de la deuda. Las variables relevantes del modelo

³ El análisis discriminante es una metodología que busca clasificar un conjunto de observaciones en grupos que se han definido previamente. El modelo se basa en una muestra para la cual los grupos son conocidos, estimando una serie de.

son la probabilidad de insolvencia y la correlación entre eventos de la cartera. Hay otras alternativas para obtener las probabilidades de default a partir de información de los estados financieros. Esta información es histórica y asume que empresas con ratios iguales tendrán la misma probabilidad de insolvencia.

Ya para empezar a mirar modelos o trabajos que apliquen al mercado Colombiano, podemos referenciar el trabajo realizado por Luis Ángel Meneses en el año 2011, donde identifica los principales elementos claves en el momento de estimar el riesgo de crédito. El autor utiliza modelos como el de Logit-Probit⁴. Y mediante una simulación de Monte Carlo determina la probabilidad de incumplimiento de una compañía interna. Además, logra obtener el impacto de incumplimiento en un momento x y su influencia en la utilidad neta.

En el mismo año, los autores Sara Isabel Álvarez Franco, Alejandra Osorio Betancur y Christian Lochmuller analizan las falencias que tienen los procesos para la medición del riesgo de crédito bajo estrés. Lo cual nos lleva a la pregunta, si bajo las políticas actuales de medición, responden de manera adecuada y cumplen con los estándares de valoración de riesgo.

Nos muestran los 2 factores fundamentales que utilizan las entidades bancarias al momento de medir el riesgo de crédito: Pérdidas esperadas y Pérdidas inesperadas. Las primeras se basan en la fórmula: $EL = EAD * LGD * PD$ donde EAD (Exposición en el momento de incumplimiento) es el monto de apalancamiento. LGD (Pérdida en el momento de incumplimiento) son las pérdidas posibles en caso de Default y PD es esa probabilidad que ocurra el incumplimiento. Mientras que por otro lado, las pérdidas inesperadas es la máxima pérdida posible que puede incurrir cierta entidad por el incumplimiento de sus deudores. Lo

⁴ El modelo Logit-Probit es un modelo de regresión en el cual la variable dependiente puede ser de naturaleza cualitativa, mientras que las variables independientes pueden ser cualitativas o cuantitativas o una mezcla de las dos.

importante que remarcan los autores, es que después de dichas estimaciones, se debe incurrir a calcular el requerimiento de capital que logre cubrir estas pérdidas esperadas e inesperadas.

Edinson Caicedo Cerezo, M. Mercè Claramunt Bielsa y Monserrat Casanovas Ramón en su paper:

“Medición del riesgo de crédito mediante modelos estructurales: una aplicación al mercado colombiano” realizan una estimación a la probabilidad de incumplimiento de las empresas colombianas que cotizaron en la BVC hasta el 2007, dejándonos unas conclusiones muy importantes que debemos tener en cuenta en nuestro trabajo. La primera es la relación directa entre la capitalización bursátil y el endeudamiento de las empresas. Entre una mayor capitalización, las empresas aumentan su endeudamiento financiero. Adicionalmente, existe una correlación negativa entre el valor de los activos de las firmas y su volatilidad. Y entre un activo tenga mayor bursatilidad (liquidez en el mercado) disminuyen su probabilidad de incumplimiento.

1.7 MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo de nuestro trabajo de grado nos hemos basado en una investigación bibliográfica que nos dará a conocer todo lo relacionado con nuestro tema de investigación para la elaboración de un modelo cuantitativo sobre el riesgo de crédito para emisores del BVC.

Riesgo de Crédito

El riesgo de crédito hace parte del riesgo financiero e involucra tanto el riesgo de incumplimiento que es la valuación objetiva de la probabilidad que una contraparte incumpla, como la pérdida financiera que será experimentada si el cliente incumple, también la

posibilidad de degradamiento de la calidad crediticia del deudor, es así como el riesgo de crédito puede enfocarse desde las múltiples vertientes teóricas de la disciplina económica, una primera aproximación se encuentra en los planteamientos de Smith (1776), para quien “el tipo de interés corriente más bajo debe ser algo más que suficiente para compensar las pérdidas ocasionales a las que los préstamos, incluso con la prudencia aceptable, están expuestos (...)” (Smith, 1776, p.178).

En la teoría general de Keynes (1936), por su parte, se puede encontrar una explicación del riesgo de crédito al considerar el papel de la expectativa frente a los ingresos futuros (discusión que incorpora al plantear el concepto de “eficiencia marginal del capital”), al tiempo que se discute la posibilidad de un no pago voluntario: “Donde existe un sistema de prestar y tomar a préstamo, con lo que quiero decir la concesión de créditos con un margen de garantía real o personal, aparece un segundo tipo de riesgo al que podemos llamar riesgo del prestamista. Este puede deberse al azar moral, es decir, incumplimiento voluntario o de cualquier otro medio, tal vez lícito, de eludir el cumplimiento de la obligación; o la posible insuficiencia del margen de seguridad, es decir, incumplimiento involuntario a causa de una equivocación en las expectativas” (Keynes, 1936, p.132).

El análisis de riesgo de crédito se ha centrado en determinar la probabilidad de incumplimiento para empresas que cotizan en bolsa, y se ha desarrollado para que las empresas del sector financiero puedan evaluar dicha probabilidad.

Los estudios hechos al respecto han partido de los trabajos realizados por autores como Altman (1968) con modelos Z-Score (1968) y el modelo Z (1977). Altman (1968) utilizó un modelo

multivariado y el método de análisis discriminante múltiple para determinar el riesgo de crédito a partir de indicadores financieros.

Teoría de Portafolios:

Una vez abordado el tema de mercados eficientes y de los tipos de riesgos que se presentan, nos da paso para hablar sobre la teoría de portafolios, que como bien es conocido, cada inversionista desea conformar su portafolio con máxima rentabilidad y, al tiempo, con un mínimo riesgo: pero este objetivo no es fácil de lograr, ya que, a mayor riesgo, el mercado generalmente paga al inversionista mayor rentabilidad, y a menor riesgo, menor paga. Intuitivamente, cualquier inversionista racional trata de diversificar su portafolio o reducir el riesgo al repartir su capital entre diferentes inversiones, y seleccionar un portafolio óptimo de inversión. Esta teoría fue formulada inicialmente por Harry Markowitz (1952) basado en el supuesto que los inversionistas son adversos al riesgo, que consiste en que los inversionistas solo estarán dispuestos a asumir mayores riesgos si son compensados con mayores rendimientos esperados, Markowitz logró combinar todas las posibilidades de inversión que optimizaran la relación entre el rendimiento y el riesgo, que permita lograr una mayor rentabilidad con el menor riesgo posible, todo esto llevo a la denominada Frontera Eficiente la cual está formada por todas las carteras eficientes existentes.

Es importante resaltar las investigaciones de Markowitz con respecto a la selección de portafolios en donde nos indica que la cartera puede dividirse en dos etapas, la primera etapa comienza con la observación y la experiencia y termina con creencias sobre resultados futuros de los valores disponibles. La segunda etapa comienza con las creencias relevantes sobre las actuaciones futuras y termina con la elección de cartera.

Markowitz definió el retorno R_t de una cartera en el tiempo t puede definirse como el calor total T_t de la cartera dividida por el valor total en un momento anterior $t-1$ es decir;

$$R_t = \frac{T_t}{T_{t-1}} - 1,$$

Markowitz en la teoría de cartera proporciona alternativas al inversionista que desea obtener la máxima rentabilidad sin someterse a los niveles altos de riesgo, diseñando una cartera óptima para disminuir el riesgo sin afectar la rentabilidad esperada, el modelo se presenta de la siguiente forma minimizando el riesgo, sujeto a la función de rentabilidad:

$$\text{Max } E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i \cdot E(R_i)$$

$$\sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i \cdot w_j \cdot \sigma_{ij} \leq \sigma_0^2$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1; \quad w_i \geq 0 \quad (i = 1, \dots, n)$$

donde n es el número de activos en el portafolio; R_i es la variable aleatoria rendimiento del activo i ; $E(R_i)$ es el rendimiento esperado del activo i ; R_p es la variable aleatoria rendimiento del portafolio; $E(R_p)$ es el rendimiento esperado del portafolio; w_i es la proporción del presupuesto del inversionista destinado al activo i ; $\sigma^2(R_p)$ es la varianza del rendimiento del portafolio; σ_{ij} es la covarianza entre los rendimientos de los activos i y j ; y σ_0^2 es la varianza máxima admitida.

Dado que la manera de combinar los activos tiene consecuencias importantes, es fácil suponer que se buscará una combinación de todas las posibilidades de inversión que optimice la relación entre rendimiento y el riesgo, y permita lograr la mayor rentabilidad con el menor riesgo posible. El conjunto de esas combinaciones fue denominado por Markowitz “frontera eficiente”, la cual está formada por todas las carteras eficientes existentes. Esta frontera es aquella para la cual no es posible conseguir un conjunto de inversiones capaz de ofrecer una mejor relación entre el rendimiento y el riesgo (Garay y Llanos, 2007).

El concepto fundamental expresado por Markowitz que la capacidad para manejar el riesgo de una cartera se basa en la correlación esperada entre los activos que la integran era ciertamente conocido por los inversionistas al momento de publicar su teoría. Pero el mayor aporte de la teoría moderna de portafolios es el principio de que el riesgo total de una cartera disminuye con la diversificación; es decir, la variedad de posibles resultados del retorno promedio esperado durante y al final del horizonte de inversión es menor en una cartera diversificada.

Mercados Eficientes

Para dar inicio al tema de mercados se hace indispensable conocer la evolución de la hipótesis de mercado eficiente la cual hace parte fundamental en las finanzas teóricas, es así como en el artículo publicado por Eugene Fama en 1.970 se define esta hipótesis la cual ha dado lugar a diversas interpretaciones y discusiones, Fama define el mercado eficiente como “Un mercado en el cual los precios “reflejan plenamente” la información disponible es llamado “eficiente.” En economía, cuando se habla de eficiencia se entiende como optimización de recursos, sin embargo Fama deja la puerta abierta a los diferentes conceptos acerca de mercado eficiente, es

así como Samuelson determina que la eficiencia se presenta cuando no hay modo de reorganizar la producción o el consumo de manera que incremente la satisfacción de una persona sin reducir la satisfacción de otra persona, o dicho de otra manera una situación eficiente es aquella en la que ninguno puede estar mejor sin que se empeore a algún otro.

Por otra parte, Malkiel formaliza una definición para el EMH⁵, diciendo que “un mercado es completamente eficiente si refleja toda la información para determinar los precios de los activos financieros. Formalmente, se dice que un mercado es eficiente con respecto a un conjunto de información si la revelación de la información a todos los participantes no afecta a los precios de los títulos, más aún la eficiencia con respecto a un conjunto de información conlleva a que sea imposible obtener beneficios económicos en base al conjunto susodicho de información.

De acuerdo a la definición de Fama (1970), los precios deben incorporar toda la información disponible en un mercado eficiente, sin embargo, Grossman y Stiglitz (1980) señalan que los precios de activos no pueden incorporar toda la información disponible, tienen que existir ineficiencias para compensar a los inversores por el costo de compra-venta de activos y obtención de información. Solamente en el caso extremo donde estos costos sean cero, los precios de activos incorporarían toda la información.

Jensen por su parte (1978) propone una definición en la cual los precios reflejan toda la información hasta el punto en el que los beneficios marginales de actuar sobre ella no excedan los costos marginales.

⁵ Siglas en inglés que significan Eficiencia del mercado

Fama distingue tres clases diferentes de eficiencia, de acuerdo con el nivel de información disponible:

- Forma débil, donde solamente se dispone de la secuencia de precios históricos
- Forma semi-fuerte, donde los precios actuales del mercado reflejan no solo los movimientos previos de precios, sino también cualquier otra información pública disponible, como balances contables, análisis público de empresas, predicciones públicas de precios futuros, anuncios de dividendos etc.
- Forma fuerte, donde los precios actuales reflejan toda la información relevante, incluyendo la información privada, esta forma fuerte tiene una implicación muy clara: ningún inversor puede superar consistentemente el comportamiento del mercado.

Para enfocar la hipótesis de mercado eficiente Fama propone enfocarse en pruebas de hipótesis sobre la predicción de tasa de retorno, estudio de eventos y pruebas de hipótesis sobre información privada, teniendo esto en consideración se hace necesario tratar de nuevas teorías de las finanzas modernas las cual se ven apoyadas en trabajos como el de Louis Bachelier quien trata sobre la teoría moderna de los precios en la bolsa, a través de una serie de hipótesis basadas sobre las probabilidades en las operaciones de bolsa en la cual el considera dos tipos de probabilidades:

- Probabilidad que puede llamarse matemáticas: Esto es lo que puede ser determinado A priori es lo que se estudia en los juegos de azar.
- La probabilidad que depende sobre futuros eventos, los cuales son imposibles de determinar matemáticamente.

En esta última probabilidad es la que el especulador trata de predecir, él analiza las causas de la subida y bajada de precios, la amplitud de los movimientos, sus referencias son enteramente personales ya que su contraparte tiene la opinión opuesta, y se basa en que en el mercado en un instante dado el mercado no cree si en subidas ni en caídas del precio real, algunos movimientos de cierta amplitud pueden suponerse más o menos probable.

Vemos como la teoría del mercado eficiente tiene diferentes conceptos por parte de muchos autores y como algunos rechazan esta hipótesis, como es el caso de Grossman y Stiglitz 1980 los cuales señalan una falla del EMH partiendo del supuesto de que la información es costosa y los mercados son eficientes, entonces nadie tendrá incentivos para incurrir en el costo de la información, será más rentable y por ende un comportamiento racional, esperar a que los precios reflejen toda la información disponible, incluida aquella que es costosa, dado que el EMH garantiza que esta información se incorpore en el precio instantáneamente, no obstante puesto que los agentes tienen los mismos incentivos, ninguno incurrirá en el costo de la información, razón por la cual será imposible que los precios la reflejen, es aquí donde se desprenden diversas discusiones acerca de la eficiencia del mercado presentada por Fama también conocida como eficiencia de la información, puede ser entendida como una condición necesaria mas no suficiente para que los mercados financieros sean eficientes.

Información Asimétrica

En la mayoría de los casos no hay suficientes valores negociados en los mercados para asegurar que se pueda alcanzar una asignación eficiente (mercados incompletos). Es necesario entonces considerar un problema añadido el hecho de que los agentes económicos actúen en un mundo económico con información asimétrica y es que se hace más difícil obtener resultados que

dependan de la información que los individuos retienen de forma privativa y no están dispuestos a revelar.

Los primeros trabajos se remontan a la investigación de Akerlof de 1.970 “ The Market for Lemmons”: Qualitative Uncertainty and the Market Mechanism” donde se realiza por primera vez un estudio incorporado a la información asimétrica , en este documento el autor nos expone la incertidumbre producto de la información limitada provoca fallos en los mercados los cuales se producen cuando los oferentes consiguen vender bienes con una calidad inferior al nivel de calidad medio del mercado, lo cual reducirá el precio a pagar por los compradores, terminando por expulsarse del mercado a los oferentes del bien con un nivel superior al promedio de calidad del mercado, por tanto se produce una deseconomía o externalidad negativa entre los oferentes de bienes de calidad superior y los que ofrecen bienes de calidad inferior, generándose procesos de selección adversa que terminan por reducir los intercambios en el mercado.

Existen otros mercados en los que también se produce este tipo de asimetría informativa, tales como:

- En los mercados financieros, los demandantes de fondos conocen mejor el riesgo de sus inversiones financieras que el oferente o intermediario financiero.
- En el mercado de trabajo, la oferente contrata a un técnico no conoce totalmente las aptitudes del trabajador y, por tanto, no puede calcular, por anticipado la productividad marginal del factor contratado.
- En el mercado del aseguramiento, el asegurado conoce mejor que el asegurador su propio riesgo. Como individuos con un mayor nivel de riesgo son los que tienden a contratar más pólizas de seguros, obligarán a las aseguradoras a

incrementar las primas de los contratos en vigor con el objeto de cubrir los riesgos de sus clientes.

La emisión de señales reduce el grado de información asimétrica, permitiendo mejorar el nivel de conocimiento cualitativo de los agentes económicos que participan en las transacciones del mercado. Esto facilita una auto-selección de los agentes, que se traduce por un lado, en una reducción del precio y en un aumento de las transacciones correspondientes al nivel del equilibrio y del mercado y, por otro, en la reducción del número de cancelaciones anticipadas de los contratos por desacuerdos con la interpretación de las cláusulas contractuales pactadas en el momento de formalización de los mismos.

Uno de los campos en los que se ha adoptado el supuesto de la existencia de asimetrías informativas es el de los mercados financieros. El estudio de la formación de los precios de los activos financieros no sólo se basa en aspectos relacionados con su oferta y su demanda, sino también en la estructura y regulación de los mercados donde se negocian otros activos. Por su parte, el funcionamiento de los mercados financieros no es homogéneo, sino que aparecen diferencias relacionadas con el modo de contratación, la normativa vigente, el tipo de activo, etc. El análisis de estas diferencias en los modos de contratación y regulación de los mercados financieros se ha denominado Teoría de la Microestructura de los Mercados, desarrollada a partir de los años ochenta, tras la aparición de una enorme diversidad de mercados con características específicas, entre los trabajos más destacados de la microestructura se destacan los de Demsetz (1968), Bagehot (1971) y Garman (1976).

El desarrollo de esta teoría ha permitido investigar aspectos relacionados con las diferencias de la información que se producen entre los agentes que intervienen en los mercados financieros, las cuales juegan un papel importante en la formación de los precios de transacción.

Riesgo Moral

De esta forma se da paso a temas como el riesgo moral en el mercado financiero, y es que la atención se centra en el carácter cuasi-racional de un actor que en sus decisiones se debate entre la racionalidad formal y la irracionalidad, entendida esta última como desviación respecto a la primera, la psicología de las finanzas revela como el actor financiero no es tan fiel al supuesto de racionalidad formal o, por lo menos, no tan fiel como las teorías clásicas de los mercados financieros (Akerloff y Schiller, 2009). En el proceso de decisión financiera entran en juego atajos mentales, generalizaciones descuidadas, excesos de autoconfianza y creencias individuales, así como emociones responsables de sesgos informativos, elecciones ingenuamente optimistas/pesimistas y percepciones sobre la dinámica de los mercados.

Es así como como las decisiones del individuo en el mercado pueden interferir, entorpecer y contaminar el desarrollo de la decisión financiera racionalmente fundamentada y lo asocia en parte con la intervención de las emociones.

Tal como la manifiesta en su libro los espíritus animales (Akerloff y Schiller, 2009) se incluyen estándares de buena conducta, mala fe, corrupción, imparcialidad, prevalencia de la ilusión del dinero, y las creencias en historias sobre todos esos atributos que afectan la confianza colectiva de la población sobre las perspectivas económicas futuras.

El problema en si del riesgo moral se presenta cuando la acción del agente no es verificable o cuando el agente recibe información privada después de que la relación ha iniciado. Es decir, tiene la misma información cuando el contrato empieza, pero se generan asimetrías después (Macho-Stadler y Pérez-Castrillo, 2001). La imposibilidad que tiene el principal de observar el comportamiento del agente en su totalidad lo obliga a tratar de influir en sus acciones a través de la única variable bajo su control, el producto, ligando las ganancias del agente a la cantidad producida, por ejemplo, las contrataciones que se constituyen en su forma de pago: las comisiones.

Selección Adversa

Si ponemos en contexto estas teorías vemos como en el mercado actual vemos como las empresas no revelan completamente su información financiera lo cual puede influir en el precio de sus acciones o en el tipo de calificación, lo que genera un problema de selección adversa en el momento que se realizan las negociaciones, lo que finalmente lleva a la ineficiencia del mercado, que se refleja en una asignación ineficiente de los recursos.

Los problemas de selección adversa se presentan cuando una característica del agente es imperfectamente observada por el principal y esto implica que el agente posee información privada antes que la relación inicie de manera contractual. El objetivo principal que se busca al resolver un problema de selección adversa es hacer que cada uno de los agentes de la economía revele su “tipo”, sin incurrir en una distorsión social muy alta o inaceptable.

La selección adversa es el principal problema que se presenta en los mercados de capitales y de intermediación financiera, donde ciertas características de los agentes no son observadas por el principal. Por lo tanto, es necesario establecer un complejo sistema contractual que incentive la liberación de información por parte de los agentes y que revele su tipo o permita al principal tomar la decisión más eficiente sin saber los tipos de los agentes.

Dado la complejidad de este problema se creó el modelo de selección adversa de Macho- Stadler y Pérez- Castrillo (2001) adoptado al mercado bursátil, este se dio a partir del modelo original para el mercado laboral, es posible adoptarlo para el mercado financiero, específicamente al mercado bursátil, donde un comprador (principal) desea conformar un portafolio de inversión con el menor riesgo posible recurriendo a la diversificación, para lo cual realizará contratos de negociación.

Para la investigación y diseño de nuestro modelo es necesario tener las bases que nos presentan los siguientes modelos.

Modelo de Black & Scholes:

La volatilidad en los rendimientos de un activo financiero constituye una de las variables fundamentales en clásico modelo de Black & Scholes, para estimar el valor teórico de una opción financiera. La importancia de la volatilidad reside en la capacidad para explicar y fundamentar la magnitud e incidencia temporal de las variaciones en el precio de la opción frente a variaciones en el precio en el subyacente. La volatilidad no es una variable directamente observable, a diferencia de un precio de mercado, requiriendo de métodos y

técnicas para su estimación. Dado lo anterior presentamos a continuación el modelo de Black & Scholes el cual se utiliza para la toma de decisiones financieras es utilizado en finanzas y matemáticas para determinar el precio de ciertos activos financieros, en especial el valor de la prima en las opciones financieras *call* y *put*.

Históricamente, esta ecuación viene desde el siglo 18 con la ecuación de difusión de Joseph Fourier, pasando por Albert Einstein para construir un modelo matemático que explicara el movimiento Browniano⁶ de partículas **aleatorias** a través de la ecuación de derivadas parciales:

$$\frac{\partial f}{\partial t} = D \frac{\partial^2 f}{\partial x^2}$$
 donde x es la variable espacial, t la variable temporal y D es una constante adecuada.

Esta ecuación, que ya era conocida como la ecuación de difusión, se ha constituido en una de las vías a través de las cuales, se encuentran soluciones a la Ecuación de Black & Scholes.

Fue en el año 1973 cuando Fisher Black, Myron Scholes y Robert Merton lograron desarrollar este modelo que se ha convertido en uno de los avances más importantes en la valoración de opciones financieras, siendo hoy en día el modelo más utilizado por los agentes para lograr valorar de manera correcta, poder cubrir sus inversiones y generar estrategias eficientes.

⁶ Movimiento Browniano de los precios: El modelo de movimiento Browniano geométrico describe la distribución de probabilidad de los precios futuros de un activo; en otras palabras, es un modelo matemático de la relación entre el precio actual de un activo y sus posibles precios futuros. El modelo de movimiento Browniano geométrico establece que los pagos futuros de un activo están normalmente distribuidos y que la desviación típica (volatilidad) de esta distribución puede estimarse con los datos del pasado.

Para entender de manera correcta el modelo de Black & Scholes es importante tener en cuenta unos conceptos básicos que soportan el modelo como tal:

- El precio de la opción y de la acción dependen de la misma fuente subyacente de incertidumbre.
- Podemos crear un portafolio con la opción y con la acción que elimine esta fuente de incertidumbre.
- El portafolio por lo tanto está libre de riesgo y debe generar la tasa libre de riesgo.

Lo anterior lleva a la ecuación diferencial del modelo Black & Scholes:

$$\Delta S = \mu S \Delta t + \sigma S \Delta z$$

$$\Delta f = \left(\frac{\partial f}{\partial t} \mu S + \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} \sigma^2 S^2 \right) \Delta t + \frac{\partial f}{\partial S} \sigma S \Delta z$$

Toca tener presente que el portafolio Π está dado por:

$$\Pi = -f + \frac{\partial f}{\partial S} S$$

Y que el cambio en su valor ante Δt está dado por:

$$\Delta \Pi = -\Delta f + \frac{\partial f}{\partial S} \Delta S$$

Además, el retorno del portafolio debe ser la tasa libre de riesgo, por lo tanto:

$$\Delta \Pi = r \Pi \Delta t$$

Y al reemplazar Δf y ΔS en estas ecuaciones se obtiene la ecuación diferencial básica de Black & Scholes:

$$\frac{\partial f}{\partial t} + rS \frac{\partial f}{\partial S} + \frac{1}{2} \sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 f}{\partial S^2} = r f$$

Este modelo, se rige por unos supuestos que se deben tener en cuenta para el cálculo de las primas en las opciones:

- El precio de la acción sigue un proceso de Ito⁷ con μ y σ constantes.
- Se permite la venta en corto de activos
- No existen costos de transacción o impuestos. Todos los activos son perfectamente divisibles
- No existen dividendos durante la vida del derivado
- No hay oportunidades de arbitraje
- El trading de activo es continuo
- La tasa de interés es constante y similar para todos los vencimientos.

Ya con esta información podemos llegar a las fórmulas como tal del modelo, que se usan para calcular ese valor teórico de una opción europea⁸ sea call o put. En esta fórmula encontramos los siguientes datos: el tiempo hasta la fecha de expiración, el precio actual del subyacente (spot), la tasa anual de interés, el precio de ejercicio (strike) de la opción y la volatilidad del subyacente.

⁷ Un proceso Ito es un tipo de proceso estocástico generalizado donde el tipo de movimiento y volatilidad del proceso puede ser una función de la variable estocástica y el tiempo. El movimiento browniano geométrico es una versión particular de un proceso Ito que frecuentemente se utiliza para descubrir la evolución de los precios de los valores y, en ocasiones, de los tipos de interés. Aquí los cambios de los precios de los valores son aleatorios, los precios se distribuyen normalmente, los rendimientos se distribuyen normalmente y la incertidumbre con respecto a los cambios de precios futuros aumenta a una tasa decreciente. El movimiento browniano geométrico subyace al modelo de determinación de precios de opciones Black-Scholes-Merton. Por lo tanto, un proceso Ito es un modelo utilizado para describir cómo cambian los precios a lo largo del tiempo y tiene propiedades económicas atractivas.

⁸ Opción Europea: Son el tipo de opción que sólo se puede ejercer (en caso de que convenga hacerlo) en el vencimiento de la misma. A diferencia de las opciones americanas donde el comprador de la *call* o la *put* pueden ejercerla en cualquier momento de la vigencia de la misma.

$$c = S_0 N(d_1) - K e^{-rT} N(d_2)$$

$$p = K e^{-rT} N(-d_2) - S_0 N(-d_1)$$

$$\text{donde } d_1 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r + \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

$$d_2 = \frac{\ln(S_0 / K) + (r - \sigma^2 / 2)T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T}$$

Donde

C= Precio de la opción de compra hoy (t=0)

r= Tasa de interés sin riesgo

t= tiempo de vigencia de la opción en compra

σ = Volatilidad anual del activo subyacente

K= Precio del ejercicio o Strike

S= Precio del subyacente (spot)

N= Valor de la función de probabilidad acumulada de una distribución normal estándar.

Modelo Merton:

Para empezar a entender la base y el desarrollo del modelo de Merton, primero hay que clasificar 2 momentos importantes. El primero se basa en identificar condiciones bajo las cuales se espera que las empresas entren en default. Que según Merton esto ocurrirá cuando el valor de los pasivos en libros supere el valor de los activos a mercado. De esta manera el emisor de la deuda, se verá en serios problemas para cumplir sus obligaciones con sus acreedores. Por lo

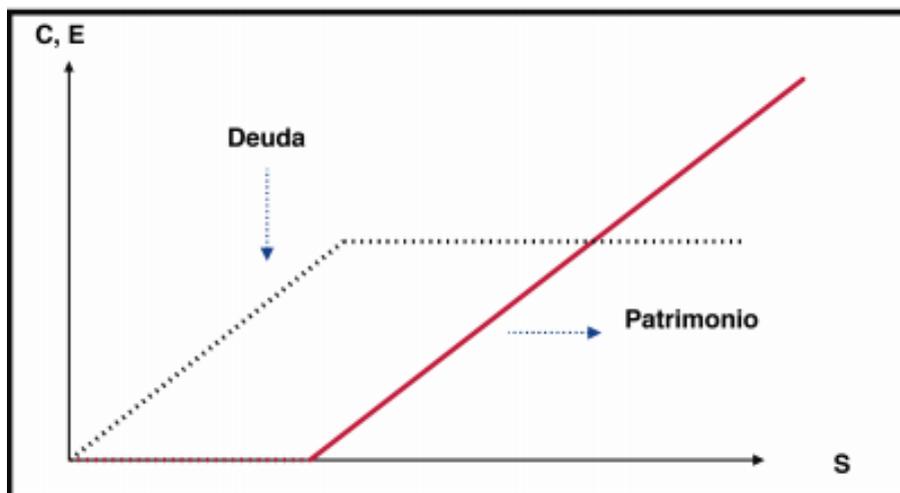
tanto, podemos decir que este modelo estructural intenta modelar los activos y pasivos de las empresas con el fin de determinar en qué punto esto pueda ocurrir.

El segundo momento del modelo, es determinar la probabilidad de que estas condiciones ocurran después de identificar estas condiciones del momento 1, mediante un proceso que explicaremos más adelante.

Para llegar a esta probabilidad de default, Merton asocia el riesgo de crédito con la estructura de capital de las compañías. Donde claramente, entre una empresa tenga un apalancamiento financiero mayor, la empresa crecerá su deuda y por lo tanto su riesgo a futuro de incumplimiento, conduciendo inevitablemente a una probabilidad mayor de quiebra.

Este modelo, se basa en el modelo de opciones financieras realizado por Black & Scholes. El cual mediante unas distribuciones de probabilidad logra determinar el precio de una opción call o put, que se logra estimar con probabilidades de ejercer o no ejercer la opción en un momento determinado. Lo que logra Merton con su modelo, es mediante esta premisa, usar las acciones financieras como una compra de una opción call, y los bonos como una venta de una opción put.

Ilustración 1. Modelo Merton



Mediante esta relación:

$$C_T = \text{Max}[V_T - K, 0]$$

Donde C_T es el valor de mercado de las acciones en el momento T , V_T el valor de los activos a mercado en el mismo instante y K es el valor nominal de los pasivos.

Por lo tanto, al calcular V_T (que se hace mediante un proceso que se explicará más adelante), se determina si es mayor o menor que los pasivos en libros (K). En el escenario de $V_T > K$, las acciones (C_T) darán un valor positivo y los accionistas de la empresa obtendrán un valor de sus acciones que puede ir aumentando dependiendo del valor de los activos. Pero en el escenario donde $V_T < K$. Las acciones darán un valor nulo y por lo tanto los accionistas no ejercerán la opción su opción de compra, por lo tanto, la empresa estará en quiebra y los activos pasarán a los acreedores.

En el caso de los bonos, la relación es la siguiente:

$$B_T = -\text{Max}[k - V_T, 0]$$

En el escenario que $k < V_T$, la empresa no ejerce el derecho de venta (quiebra) y el acreedor obtendrá el valor total de su inversión en T . Pero en el escenario donde $k > V_T$, la empresa entra en default y ejercerá la opción, por consiguiente el acreedor recibirá un valor inferior al invertido dependiendo el valor de V_T .

Desarrollo del modelo:

Antes de empezar con el modelo, es importante conocer los principales supuestos del mismo:

No existen costos de transacción.

No existen impuestos.

Divisibilidad infinita de los activos.

Acceso a la información sin costo.

Transacciones realizadas en el mercado continuamente.

VI. No existen pagos de dividendos.

No existen recompras de acciones.

No existe pago de cupones (deuda cupón cero).

No existe ley de banca rota a la cual acogerse.

Se asumen tasas de interés constantes.

“Con base a los supuestos anteriores, el modelo asume que la empresa presenta de manera general la estructura de deuda y patrimonio o patrimonio residual (diferencia entre activos y pasivos) y que toda la deuda tiene un periodo de maduración de $T - t$ años al momento t , y donde T representa el periodo de maduración de toda la deuda emitida. Acudiendo a la valoración de opciones de Black-Scholes, el modelo de KMV-Merton intenta inferir el valor de los activos de la empresa por medio de la estimación de la volatilidad del patrimonio y del valor del mismo, para posteriormente obtener la probabilidad de incumplimiento o default”.⁹ Ya para empezar a desarrollar el modelo, tenemos que remitirnos a las fórmulas de Black & Scholes. En este caso vamos a usar la fórmula para el valor de las acciones, por lo tanto es una compra de una opción call.

$$C = call = VN(d_1) - Ke^{-rt}N(d_2)$$

Reformulada para Merton:

$$C_t = call = V_t N(d_{1,t}) - K_t e^{-r_t(T-t)} N(d_{2,t}) \quad \text{Formula \# 1}$$

Donde V_t es el valor de los activos a mercado en el momento t , K_t el valor de los pasivos en libros, C_t el valor de la acción y r_t la tasa libre de riesgo.

Donde $N(d_1)$ y $N(d_2)$ son las funciones de probabilidad acumulada dadas por:

⁹ Fuente: http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/129847/cf-camara_mi.pdf?sequence=1

$$d_{1,t} = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{K_t}\right) + \left(r_t + \frac{1}{2}\sigma_t^2\right)T}{\sigma_t\sqrt{T}}$$

Formulas # 2

$$d_{2,t} = d_{1,t} - \sigma_t\sqrt{T}$$

Sin embargo, en el modelo de B&S uno determina C con datos conocidos de V y de K. Pero en Merton, el objetivo es determinar el valor de los activos a mercado (valor de la firma). Ya que K lo conocemos anteriormente al ver un balance general en el periodo calculado y C sería la capitalización bursátil de la empresa (Precio de la acción X # de acciones en circulación) en el mismo instante, la fórmula sería:

$$V_t = \frac{C_t + K_t e^{-r_t(T-t)} N(d_{2,t})}{N(d_{1,t})}$$

Fórmula # 3

De esta manera despejamos V_t de la fórmula original.

A continuación, nos falta hallar d_1 y d_2 para poder aplicar la fórmula, y para esto nos falta la volatilidad σ . Estos son los pasos para encontrarla:

Con la expresión básica contable: Activos = pasivo - patrimonio tenemos el activo. (patrimonio usamos market cap y pasivos en libros).

Hacemos lo mismo para varios periodos atrás. Teniendo el activo n veces. Mediante vamos retrocediendo, el valor de C cambia dependiendo el precio de cierre de las acciones. K cambia depende de cómo publiquen los estados financieros las empresas (mensualmente, trimestralmente, etc)

Sacamos los logaritmos de $V_{t1} - V_{tn-1}$

Aplicamos esta fórmula:

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left[\ln\left(\frac{V_{t-i}}{V_{t-i+1}}\right) - \sum_{i=1}^n \ln\left(\frac{V_{t-i}}{V_{t-i+1}}\right) \right]^2}$$

Ya con la volatilidad de los activos encontrada, el siguiente paso, es determinar d1 y d2 y por lo tanto sus distribuciones normal acumulada N(d1) y N(d2).

Con todo listo, pasamos a iterar con la fórmula # 3 al pasado, utilizando los Vt encontrados con la expresión contable.

Con Vt calculado en el momento T que nos interesa, lo podemos comparar con los pasivos para saber si se ejerce o no la opción de compra call.

Probabilidad de default:

Una vez estimado el valor de los activos y la volatilidad, pasamos a estimar DD (distancia a default) Es la medida que nos proporciona el número de desviaciones estándar que existe entre el valor esperado de los activos de la empresa y este punto crítico. Mediante la siguiente expresión hallamos DD:

$$DD_t = \frac{\ln V_t - \ln K_t + \left(\mu_t - \frac{1}{2}\sigma_t^2\right)(T - t)}{\sigma_t \sqrt{T - t}}$$

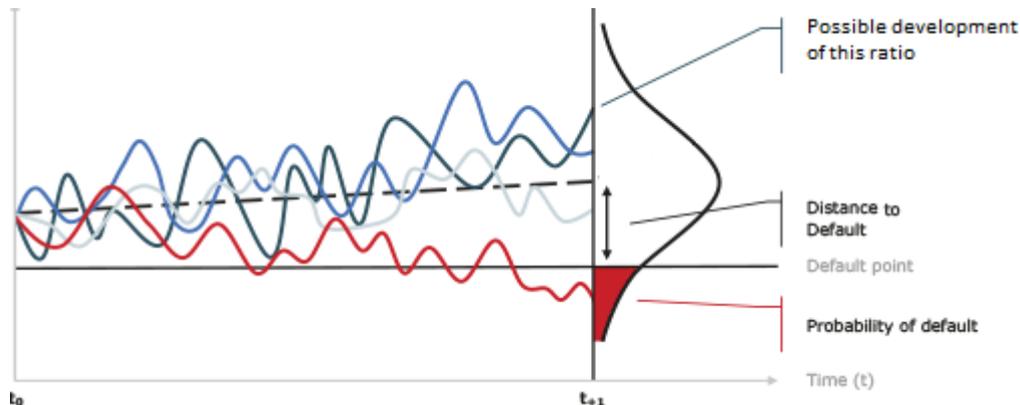
Ahora para encontrar la probabilidad de default se aplica la distribución de probabilidad de – DD¹⁰.

$$P_t(\text{default}) = N(-DD_t)$$

¹⁰ <https://steemit.com/steemit/@jyper/sbd-is-rating-aa-a-valuation-on-its-inconvertibility-risk>

Ilustración 2. Probabilidad Default

Ilustración 2



La crisis financiera y el papel de las calificadoras de riesgo

Para comienzos del milenio las tasas de interés bajas eran la política de la Fed para incentivar la economía tras la burbuja de las dotcom y el ataque a las Torres Gemelas. Este periodo se identificó por las altas bajadas de las tasas de interés las cuales terminaron por fomentar el uso del crédito por parte de los ciudadanos estadounidenses, los cuales utilizaron este dinero para financiar la compra de viviendas que estaban por encima de sus capacidades de pago y con fines especulativos. En razón de esto, los bancos aprovecharon la liquidez para desarrollar nuevos instrumentos financieros y facilitar los préstamos, principalmente los hipotecarios. Ahora bien, mediante este texto se busca ilustrar el desarrollo de la crisis y comprender de qué forma influyeron las calificadoras en este proceso. Para esto, se dará una introducción de los antecedentes de la crisis financiera, una breve aproximación de los instrumentos financieros relacionados con los créditos hipotecarios y finalmente, se dará una explicación sobre las agencias calificadoras, su papel en las decisiones de los agentes y posibles soluciones a las problemáticas que generan.

El aumento de estos préstamos hipotecarios dinamizó el mercado secundario de hipotecas y los originadores del crédito cada vez menos mantenían el título hasta el vencimiento y operaban más como intermediarios. Se flexibilizaban las condiciones para otorgar créditos. Personas sin

ingresos, sin trabajo, sin activos, denominados NINJA por sus siglas en inglés (No income, no jobs or assets) fueron cada vez más beneficiados por créditos hipotecarios. Sin embargo, desde las condiciones iniciales que dificultaban a estas personas responder por sus obligaciones y sumado a una posterior subida de tasas por la Fed incrementó ampliamente el número de impagos.

Los bancos estructuraban titulizaciones de los créditos hipotecarios para su posterior venta como títulos valores. Estos productos se conocen como MBS (Mortgage-Backed-Securities). Así se otorgaba mayor capacidad a los originadores de otorgar crédito, pero también genera un riesgo moral, pues si hay default, no son los originadores los que asumían el riesgo. Además, las CDO's (Collateralized Debt Obligation) se componían en parte por MBS, se establecían por tramos según el riesgo y no eran exclusivos de créditos hipotecarios. Al ser instrumentos complejos, la decisión de invertir en estos instrumentos se hacía según la clasificación que recibían de agencias como Moodys o Standard & Poors. Las deudas hipotecarias, que en el imaginario colectivo se creían eran muy seguras, ya no lo eran más.

Adicional a estos instrumentos el CDS (Credit Default Swap) funcionaba como un seguro para cubrirse del impago de un crédito. Mientras estos créditos funcionaran no había problemas, pero al momento del impago, las pérdidas para las aseguradoras eran desproporcionadas, pues en muchas ocasiones eran operaciones descubiertas, es decir, se “aseguraban” sin tener los créditos. Por lo que sobre un mismo instrumento de crédito podían existir varios CDS.

El papel de las calificadoras fue fundamental, pues ellas concedían a estos títulos usualmente una clasificación AAA aun cuando fueran compuestas por créditos con altas posibilidades de

impago; por lo que la calificación no era la adecuada para el riesgo que se asumía. El criterio que exponían las empresas de rating para este resultado lo justificaban por la diversificación. Se distorsionó el verdadero riesgo de estos títulos manteniendo así el auge de los mismos y desinformando a los inversionistas a nivel mundial.

La situación de las agencias de rating tiene factores que las hacen problemáticas en la credibilidad. Reducido número de competidores, donde el 90 % del mercado se reparte entre tres empresas: Standard & Poors, Moodys y Fitch. Además, existe un claro conflicto de intereses, pues son los mismos emisores los que pagan por ese servicio para sus títulos. Esto les otorga gran poder, pues el rating otorgado a cierto activo financiero es determinante para que los fondos tomen la decisión de si invierten o no.

Su situación las ha favorecido en los procesos de las demandas generadas contra estas agencias, pues no han perdido los juicios. En su defensa las clasificaciones son sólo una opinión y es su derecho dentro de la libertad de expresión. En este sentido, se pueden entender como “cajas negras” pues no se establecen mecanismos de supervisión sobre las metodologías utilizadas, así como el ya mencionado conflicto de intereses.

Por estas razones, se puede entender a las agencias calificadoras como facilitadores de la crisis. Las agencias de control deberían ejercer mayor vigilancia sobre la metodología. También establecer una entidad intermediaria entre las agencias y las empresas que requieren servicios de ellas como forma para evitar el conflicto de intereses al no ser la empresa la que escoge la calificadora sino la entidad.

Modelo de calificación crediticia Z-Score:

Desde hace mucho tiempo, se conoce en el análisis financiero tradicional de las empresas el estudio y aplicación de razones financieras que dan como resultado el estado de la compañía en diferentes categorías: liquidez, apalancamiento, rentabilidad, actividad y solvencia. Estos indicadores tienen el objetivo de dar una visión ampliada de la situación actual de la empresa, mediante la medición y cuantificación de la realidad económica que determina la capacidad para cumplir con sus obligaciones, medir el riesgo y saber si genera valor o lo destruye.

Sin embargo, es muy difícil predecir el riesgo de impago de una compañía con sólo con observar el resultado de estas razones financieras. Lo cual nos lleva a la medición del riesgo mediante el análisis discriminante, el cual se define como “una técnica estadística que permite clasificar una observación en uno de varios grupos definidos a priori dependiendo de sus características individuales” con el fin de clasificar y predecir en problemas donde la variable dependiente es de carácter cualitativo, mientras que las variables independientes son continuas y determinan a que grupos pertenecen estas observaciones. Por lo tanto, mediante regresiones se hallan relaciones lineales entre las variables para poder concluir su dependencia y así tomar decisiones más precisas.

Este fue el aporte de Edward Altman, desarrollar un modelo el cual logrará mezclar el análisis discriminante con las razones financieras de una empresa, con el objetivo principal de clasificar a las firmas según su probabilidad de quiebra.

Para esto, se hace un procedimiento de identificar combinaciones lineales de estos ratios financieros más importantes en la contabilidad y clasificarlas según una ponderación previamente determinada.

Indicadores o ratios financiero usados por Altman:

- AC: Activos corrientes
- AT: Activos totales
- VN: Ventas netas
- PT: Pasivos Totales
- PC: Pasivos Corrientes
- IN: Gastos Financieros
- UR: Utilidades Retenidas
- UAI: Utilidad antes de impuestos
- VM: Valor de Mercado
- VP: Valor patrimonio

El primer paso de Altman fue seleccionar las variables independientes para el modelo, para esto empezó a recopilar y analizar estadísticamente más de 20 indicadores o razones financieras tomadas de libros de texto y de la vida cotidiana en las compañías, clasificadas en las 5 categorías antes mencionadas.

El segundo paso, fue filtrar este grupo de indicadores usando pruebas de significancia estadística de varias funciones alternativas que incluían la determinación de las contribuciones

relativas de cada variable independiente; evaluar las intercorrelaciones entre las variables relevantes y evaluar la posible precisión para predecir en las distintas combinaciones.

Resuelto estos 2 pasos, Altman llega a sus 5 variables con el mejor puntaje determinado en el análisis estadístico, que logran predecir conjuntamente la probabilidad de quiebra o *default* en cualquier compañía de manera más acertada:

$X1 = \text{Capital de trabajo} / \text{activos totales}$

$X2 = \text{Utilidades retenidas} / \text{activos totales}$

$X3 = \text{Utilidades retenidas antes de intereses e impuestos} / \text{activos totales}$

$X4 = \text{Valor de mercado del patrimonio} / \text{Valor pasivos totales}$

$X5 = \text{Ventas} / \text{activos totales}$

Siendo X3 la variable de más peso para Altman, ya que representa la rentabilidad de la inversión en los activos de la empresa ROA.

Otra de las variables más importantes es la X5 ya que nos ilustra cuantas ventas son generadas gracias a la inversión en activos de la empresa, siendo las ventas el motor de cualquier negocio.

Mientras que X1 es la variable menos representativa del modelo ya que muestra un análisis más operativo de la compañía, que su resultado es ambiguo y depende de varios factores para determinar si es un dato positivo o negativo.

El tercer paso del modelo es mediante una regresión lineal realizada a una muestra de más de 50 empresas industriales entre la década del 30 al 60. Donde adquiere unos coeficientes betas que sirven como ponderadores a las primeras variables usadas en este modelo original.

Por consiguiente, la fórmula del modelo original es:

$$Z = 1,2 X1 + 1,4 X2 + 3,3 X3 + 0,6 X4 + 0,99 X5$$

Donde X1 a X5 son los resultados de las variables en cada una de las empresas analizadas y los betas (1.2, 1.4, etc) son los ponderadores.

Una vez obtenido el score (Z) se analiza mediante una hipótesis para comprobar su validez, siendo la hipótesis nula que la compañía no va a incumplir sus obligaciones y la hipótesis alterna que si lo hará.

El resultado Z es un número que según la tabla planteada determina la probabilidad de quiebra:

- Z por encima de 3: La empresa no presenta probabilidad de quiebra y se le considera segura.
- Z entre 2,7 y 2,9: Es una zona gris. De alguna manera da una seguridad relativa, sin embargo, para invertir debe hacerse una observación más detallada para tomar una buena decisión
- Z entre 1,8 y 2,7: Está en zona de alerta. Si en los próximos años no hay un cambio financiero importante, puede en una gran probabilidad entrar en quiebra
- Z menor que 1,8: La quiebra es inminente. El peligro financiero es máximo

Sin embargo, este modelo original de Altman tenía como gran limitante que se construyó en base de sólo empresas que cotizaban en bolsa.

Pero gracias a la necesidad de analizar compañías que no cotizaban, donde la información es más reducida y el riesgo de impago puede ser mayor, Altman modificó su fórmula original para dar una solución aplicable.

Para cumplir este propósito, se modificó la variable clave que sólo aplica en empresas que cotizan en bolsa (x4) ya que el valor de mercado del patrimonio sólo puede calcularse mediante la capitalización bursátil. (# de acciones en circulación X precio de las acciones) datos que se encuentran en los mercados accionarios.

Por lo tanto nace un modelo Z-Score mejorado que corrige esta limitación, surgiendo el nuevo indicador de Z1 que modifica en la variable x4 el valor del patrimonio en libros frente al valor del mercado del mismo del original.

$$X4 = \text{Valor del patrimonio en libros} / \text{Valor pasivos totales}$$

Con esta modificación, el modelo Z-Score podía ser aplicable a cualquier tipo de empresa cotice o no en los mercados accionarios con un alto nivel de confiabilidad.

Adicionalmente, los coeficientes de la función se modificaron, quedando:

$$Z1 = 0,717X1 + 0,847X2 + 3,107X3 + 0,420X4 + 0,998X5$$

Este modelo, tiene sus ventajas y desventajas en el mundo real para medir el riesgo de impago en las empresas de Colombia.

Al poder determinar de forma sencilla la situación general de cualquier firma en un momento de la historia, teniendo en cuenta la información más relevante a la hora de tomar decisiones es una ventaja, adicionalmente, puede analizarse fácilmente la tendencia de la situación financiera en el tiempo y así poder tomar medidas correctivas oportunamente.

Sin embargo, como principal desventaja para la calificación obtenida gracias al desempeño operativo y financiero, en los mercados emergentes existe una mayor incertidumbre, dada por

factores exógenos como la tasa de cambio, las políticas gubernamentales extremas, la corrupción, alteración y manipulación de los rubros del modelo, etc, que desafortunadamente pueden llevar a resultados lejanos a la realidad puntual de cada compañía. Debido a esto, el inversionista debe incluir estos factores a la hora de tomar una decisión, más allá del resultado numérico de Z.

Es importante aclarar, que este modelo no predice cuando la empresa va a quebrar, o empezar a incumplir sus obligaciones. Sólo mide el desempeño financiero y proporciona criterios que puedan llevar a la ocurrencia de quiebra.

1.8 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de esta investigación, utilizamos las 10 empresas del sector real más representativas en el COLCAP. Estas son: Ecopetrol, Gruposura, Nutresa, Isa, Grupoargos, Cemargos, Empresa de energía de Bogotá, Éxito, Celsia, y Cemex.

El objetivo de nuestra investigación es encontrar un modelo de riesgo de mercado diferenciador para el inversionista, que le brinde un valor agregado a la hora de tomar decisiones de inversión, para esto realizaremos un cuadro comparativo con el modelo de Black and Scholes y Merton, las calificadoras de riesgo como Standard and Poor's y Moodys y el modelo Credit risk function de Bloomberg; esto con el fin de hallar las diferencias entre ellos, encontrar el modelo más confiable, flexible y con la mayor información disponible.

Como primer paso utilizamos el modelo de Merton para las diez empresas elegidas con la herramienta Excel, iremos anexando pantallazos en donde explicaremos el desarrollo del modelo de acuerdo a las fórmulas establecidas, Iniciamos con Ecopetrol con la cual explicaremos el paso a paso y para las siguientes nueve empresas solo mostraremos el resultado

final, para el desarrollo del modelo de Merton estamos utilizando un horizonte de tiempo de 1 año.

Modelo de Merton Ecopetrol:

Para el desarrollo del modelo se requiere el precio de la acción diaria para el último año, la capitalización bursátil de la empresa y los últimos pasivos totales en libros.

Sacamos los rendimientos con logaritmo natural de los precios (LN). A esa columna, le calculamos la desviación estándar de los rendimientos (Desvest). Después a ese resultado, lo ajustamos para tener una desviación estándar anual de 260 días. Para esto multiplicamos el resultado de desvest $*260^{0.5}$.

Este procedimiento lo observamos a continuación en la

Tabla 1 Calculo Modelo Merton

¹¹ Bloomberg

Fecha	Precio acción	Cap. Bursatil	Pasivos totales	Rendimientos	Desviación Est.	
14/09/2018	3790	\$ 155.832.273	\$ 70.893.228	0,007	0,0219	+desvest(columna Rendimientos)
13/09/2018	3765			-0,015	0,3525	=0,0219*260^0,5
12/09/2018	3820			0,093		
11/09/2018	3480			0,020		
10/09/2018	3410			0,000		
7/09/2018	3410			0,006		
6/09/2018	3390			-0,012		
5/09/2018	3430			-0,007		
4/09/2018	3455			0,018		
3/09/2018	3395			-0,007		
31/08/2018	3420			-0,007		
30/08/2018	3445			0,018		
29/08/2018	3385			0,016		
28/08/2018	3330			0,008		
27/08/2018	3305			0,011		
24/08/2018	3270			0,009		
23/08/2018	3240			0,006		
22/08/2018	3220			0,025		
21/08/2018	3140			0,014		
17/08/2018	3095			0,010		
16/08/2018	3065			0,021		
26/09/2017	1395			0,004		
25/09/2017	1390			0,007		
22/09/2017	1380			-0,004		
21/09/2017	1385			0,004		
20/09/2017	1380			0,007		
19/09/2017	1370			0,000		
18/09/2017	1370			0,000		
15/09/2017	1370			0,004		
14/09/2017	1365					

El siguiente paso es organizar los datos.

- a. Valor Equity sería la misma capitalización bursátil
- b. Volatilidad del Equity es el resultado de la desviación anualizada (0.3525)
- c. Pasivos Totales, traer el dato de los pasivos totales de Ecopetrol.
- d. Tasa libre de riesgo, usaremos 3.04% de los tesoros a 10 años.
- e. Horizonte de tiempo: 1 año
- f. Valor del activo sería la suma de a + c.
- g. Volatilidad del activo: $b*a/f$

El resultado se muestra a continuación:

Tabla 2 Merton Ecopetrol

	A	B	
1	Merton Ecopetrol		
2			
3	Valor Equity	\$ 155.832.273	=G4
4	Volatilidad del Equity	35,249%	=J5
5	Pasivos totales	\$ 70.893.228	=+H4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 226.725.501	=+B3+B5
11	Volatilidad del activo	24,23%	=+B4*B3/B10
12			

Una vez tenemos estos cálculos aplicamos las fórmulas para el desarrollo del modelo:

Hallamos d_1 y d_2 .

$$d_{1,t} = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{K_t}\right) + \left(r_t + \frac{1}{2}\sigma_t^2\right)T}{\sigma_t\sqrt{T}}$$

$$d_{2,t} = d_1 - \sigma_t\sqrt{T}$$

Una vez tenemos d_1 y d_2 hallamos el valor del Equity con la fórmula de la call:

$$C_t = call = V_t N(d_{1,t}) - K_t e^{-r_t(T-t)} N(d_{2,t})$$

Ya con estos datos calculamos la volatilidad del Equity con la fórmula:

$$\sigma_E = \frac{V_A}{V_E} \Delta \sigma_A$$

	A	B	C
1	Merton Ecopetrol		
2			
3	Valor Equity	\$ 155.832.273	=G4
4	Volatilidad del Equity	35,249%	=J5
5	Pasivos totales	\$ 70.893.228	=H4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 226.725.501	=B3+B5
11	Volatilidad del activo	24,23%	=B4*B3/B10
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	5,05	=(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	4,80291616	=B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 157.955.000,51	=B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	34,78%	=B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21			
22	Squared errors	0,0366%	=(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2

El desarrollo de lo anteriormente descrito lo observamos a continuación:

Tabla 3 Desarrollo Modelo Merton

	A	B	C
1	Merton Ecopetrol		
2			
3	Valor Equity	\$ 155.832.273	=G4
4	Volatilidad del Equity	35,249%	=J5
5	Pasivos totales	\$ 70.893.228	=H4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 226.725.501	=B3+B5
11	Volatilidad del activo	24,23%	=B4*B3/B10
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	5,05	=(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	4,80291616	=B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 157.955.000,51	=B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	34,78%	=B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21			
22			
23			
24			

Ya con los datos del modelo calculado, vamos a encontrar la probabilidad de default para un año en Ecopetrol.

Sin embargo, antes de correr el modelo debemos que calcular el “Squared errors” del modelo, con el objetivo de minimizarlo para obtener una probabilidad confiable. Para lograr esto, usamos la herramienta de Excel: SOLVER como se puede observar a continuación:

Tabla 4 Desarrollo Modelo Merton

	A	B	C	D
1	Merton Ecopetrol			
2				
3	Valor Equity	\$ 155.832.273	=I4	
4	Volatilidad del Equity	35,249%	=L5	
5	Pasivos totales	\$ 70.893.228	=+J4	
6	Tasa libre de riesgo	3,04%		
7	Horizonte tiempo (T)	1		
8				
9				
10	Valor del activo	\$ 226.725.501	=+B3+B5	
11	Volatilidad del activo	24,23%	=+B4*B3/B10	
12				
13				
14				
15	Modelo Black - Scholes			
16				
17	d1	5,05	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)	
18	d2	4,80291616	=+B17-B11*B7^0,5	
19	Valor Equity	\$ 157.955.000,51	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B17)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)	
20	Volatilidad del Equity	34,78%	=+(B10/B19)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B17)	
21				
22	Squared errors	0,0366%	=((B19/B3-1)^2+(B20/B4-1)^2)	
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				

Como lo podemos observar, el Squared error nos da 0.0366% sin embargo, mediante SOLVER vamos a minimizarlo cambiando las celdas B10 y B11. De esta manera:

El resultado de del SOLVER nos da que el Squared Error nos queda en 0.

Por lo tanto, ya podemos calcular la probabilidad de impago mediante la fórmula:

$$DD_t = \frac{\ln V_t - \ln K_t + \left(\mu_t - \frac{1}{2} \sigma_t^2 \right) (T - t)}{\sigma_t \sqrt{T - t}}$$

Esta fórmula nos indica cuantas desviaciones estándar está el valor de los activos en tocar el punto de los pasivos y así entrar al punto de default.

Sin embargo, como podemos observar la formula completa de d2:

$$d_2 = \frac{\ln(A_t / L) + (r - \sigma^2 / 2)(T - t)}{\sigma \sqrt{T - t}} = DD$$

Es la misma que la DD. En consecuencia, para hallar la probabilidad de impago se aplica esta fórmula:

$$P_t(\text{default}) = N(-DD_t)$$

A continuación:

Tabla 5 Resultado Modelo Merton

	A	B	C
1	Merton Ecopetrol		
2			
3	Valor Equity	\$ 155.832.273	=I4
4	Volatilidad del Equity	35,249%	=L5
5	Pasivos totales	\$ 70.893.228	=+J4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 224.602.622	
11	Volatilidad del activo	24,46%	
12			
13			
14			
15	Modelo Black - Scholes		
16			
17	d1	4,96	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
18	d2	4,717211208	=+B17-B11*B7^0,5
19	Valor Equity	\$ 155.832.122,53	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B17)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B18)
20	Volatilidad del Equity	35,25%	=+(B10/B19)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
21			
22	Squared errors	0,0000%	=+(B19/B3-1)^2+(B20/B4-1)^2
23			
24			
25	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,00012%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B18)
26			

El resultado del modelo nos arroja que Ecopetrol a un horizonte de tiempo de 1 año, tiene una probabilidad de entrar en default del 0.00012%.

La probabilidad de impago de las siguientes nueve compañías las mostramos a continuación:

	A	B	C
1	Merton Gruposura		
2			
3	Valor Equity	\$ 16.050.455	=+K4
4	Volatilidad del Equity	16,249%	=+N5
5	Pasivos totales	\$ 43.149.734	=+L4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 57.908.146	
11	Volatilidad del activo	4,50%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	7,23	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	7,184235677	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 16.050.426,07	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	16,25%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,0000%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B17)
25			

	A	B	C
1	Merton Nutresa		
2			
3	Valor Equity	\$ 11.769.958	=+J4
4	Volatilidad del Equity	12,366%	=+M5
5	Pasivos totales	\$ 5.359.296	=+K4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 16.968.772	
11	Volatilidad del activo	8,58%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	13,83	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	13,74824795	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 11.769.946,70	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	12,37%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,0000%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B17)

	A	B	C
1	Merton Isa		
2			
3	Valor Equity	\$ 14.997.959	=H4
4	Volatilidad del Equity	20,342%	=L5
5	Pasivos totales	\$ 24.984.979	=+J4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 39.234.798	
11	Volatilidad del activo	7,78%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	6,23	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	6,155744152	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 14.997.933,90	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	20,34%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,000000037%	=DISTR.NORM.ESTAND(-B17)

	A	B	C
1	Merton Grupoargos		
2			
3	Valor Equity	\$ 11.152.512	=H4
4	Volatilidad del Equity	20,651%	=L5
5	Pasivos totales	\$ 23.260.800	=+J4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 33.716.804	
11	Volatilidad del activo	6,83%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	5,91	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	5,84551682	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 11.152.492,13	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	20,65%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,000000252%	=DISTR.NORM.ESTAND(-B17)

	A	B	C
1	Merton Cemargos		
2			
3	Valor Equity	\$ 8.752.710	=+H4
4	Volatilidad del Equity	24,064%	=+K5
5	Pasivos totales	\$ 10.003.575	=+H4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 18.456.739	
11	Volatilidad del activo	11,41%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	5,69	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	5,576447021	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 8.752.696,92	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	24,06%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,0000123%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B17)
25			

	A	B	C
1	Merton EEB		
2			
3	Valor Equity	\$ 18.545.978	=+H4
4	Volatilidad del Equity	8,819%	=+L5
5	Pasivos totales	\$ 11.822.250	=+J4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 30.014.220	
11	Volatilidad del activo	5,45%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	17,68	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	17,62818022	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 18.545.958,38	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	8,82%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,0000%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B17)

	A	B	C
1	Merton Éxito		
2			
3	Valor Equity	\$ 6.472.358	=+J4
4	Volatilidad del Equity	17,770%	=+M5
5	Pasivos totales	\$ 44.783.193	=+K4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 49.914.585	
11	Volatilidad del activo	2,30%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	6,04	$=+(\text{LN}(\text{B10}/\text{B5})+(\text{B6}+\text{B11}^2/2)*\text{B7})/(\text{B11}*\text{B7}^{0,5})$
17	d2	6,015736864	$=+\text{B16}-\text{B11}*\text{B7}^{0,5}$
18	Valor Equity	\$ 6.472.315,93	$=+\text{B10}*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B16})-\text{B5}*\text{EXP}(-\text{B6}*\text{B7})*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B17})$
19	Volatilidad del Equity	17,77%	$=+(\text{B10}/\text{B18})*\text{B11}*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B16})$
20			
21	Squared errors	0,0000%	$=+(\text{B18}/\text{B3}-1)^2+(\text{B19}/\text{B4}-1)^2$
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,00000009%	$=+\text{DISTR.NORM.ESTAND}(-\text{B17})$

	A	B	C
1	Merton Celsia		
2			
3	Valor Equity	\$ 4.739.978	=+J4
4	Volatilidad del Equity	14,885%	=+M5
5	Pasivos totales	\$ 5.393.390	=+K4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 9.971.870	
11	Volatilidad del activo	7,08%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	9,15	$=+(\text{LN}(\text{B10}/\text{B5})+(\text{B6}+\text{B11}^2/2)*\text{B7})/(\text{B11}*\text{B7}^{0,5})$
17	d2	9,080552553	$=+\text{B16}-\text{B11}*\text{B7}^{0,5}$
18	Valor Equity	\$ 4.739.971,59	$=+\text{B10}*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B16})-\text{B5}*\text{EXP}(-\text{B6}*\text{B7})*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B17})$
19	Volatilidad del Equity	14,89%	$=+(\text{B10}/\text{B18})*\text{B11}*\text{DISTR.NORM.ESTAND}(\text{B16})$
20			
21	Squared errors	0,0000%	$=+(\text{B18}/\text{B3}-1)^2+(\text{B19}/\text{B4}-1)^2$
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,00000000%	$=+\text{DISTR.NORM.ESTAND}(-\text{B17})$
25			

	A	B	C
1	Merton Cemex		
2			
3	Valor Equity	\$ 3.017.078	=+H4
4	Volatilidad del Equity	26,884%	=+K5
5	Pasivos totales	\$ 5.228.757	=+H4
6	Tasa libre de riesgo	3,04%	
7	Horizonte tiempo (T)	1	
8			
9			
10	Valor del activo	\$ 8.089.267	
11	Volatilidad del activo	10,03%	
12			
13			
14	Modelo Black - Scholes		
15			
16	d1	4,71	=+(LN(B10/B5)+(B6+B11^2/2)*B7)/(B11*B7^0,5)
17	d2	4,604899515	=+B16-B11*B7^0,5
18	Valor Equity	\$ 3.017.073,48	=+B10*DISTR.NORM.ESTAND(B16)-B5*EXP(-B6*B7)*DISTR.NORM.ESTAND(B17)
19	Volatilidad del Equity	26,88%	=+(B10/B18)*B11*DISTR.NORM.ESTAND(B16)
20			
21	Squared errors	0,0000%	=+(B18/B3-1)^2+(B19/B4-1)^2
22			
23			
24	PROBABILIDAD DE DEFAULT	0,00020633%	=+DISTR.NORM.ESTAND(-B17)

Ya con los cálculos de las probabilidades de default para las diez compañías del sector real en Colombia bajo el modelo de Merton, vamos al segundo paso de la investigación: analizar el modelo Credit risk function de Bloomberg.

Este modelo tiene sus orígenes precisamente en el modelo de Merton, sin embargo, hemos logrado encontrar que el modelo es más robusto y sin algunas de sus limitaciones.

Mientras el modelo de Merton está limitado a que se asume que la firma puede entrar en default solo en la maduración de sus obligaciones, las cuales se asumen que son bonos de cero cupón. La realidad es otra, cualquier empresa podría entrar en incumplimiento en cualquier momento del tiempo. Este modelo Credit Risk function de Bloomberg supera esta limitante al tratar el Equity de la firma como una opción barrera¹² a un año, lo cual incorpora la posibilidad de que la empresa incumpla antes del vencimiento de la deuda.

¹² Opción barrera: Son las opciones que tienen como principal característica que la iniciación o expiración de la opción ocurre cuando el precio del subyacente alcanza cierto nivel determinado previamente, llamado nivel barrera. Ya cuando se activa la opción se convierte en una plain vanilla común y corriente.

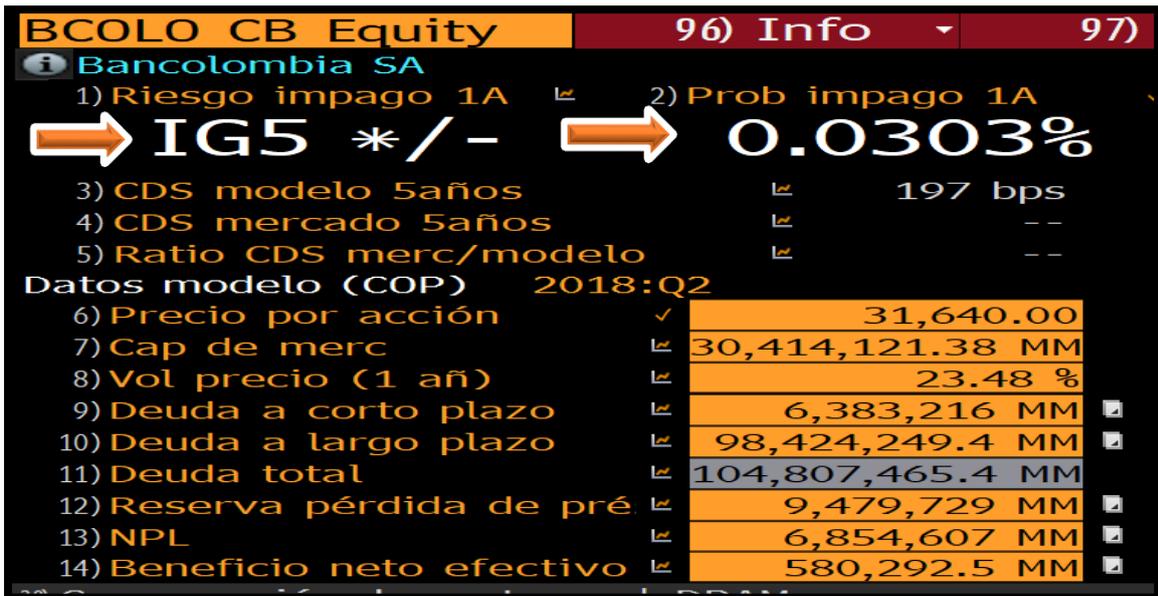
Este enfoque se aplica en el cálculo de DD (Distance to default) de Merton. Entre más pequeño sea DD, más cerca está la firma de entrar en incumplimiento y por lo tanto es el parámetro más importante en el modelo.

No obstante, en el modelo de Merton, la probabilidad de impago obtenida a través de DD subestima la verdadera probabilidad de incumplimiento en el corto plazo o para las empresas con un DD alto. Este modelo crea un mapeo entre DD y las tasas de incumplimiento reales, así la función logra calcular a través de DD una probabilidad de default más precisa.

Mientras que DD en Merton se calcula en base a los balances generales cotidianos de las empresas, sin hacer diferenciación en el sector de las mismas. Bloomberg a través del modelo consigue complementar DD con información financiera adicional que mejora sustancialmente el modelo. Para cada sector, se involucran métricas que deberían estar relacionadas con la misma salud crediticia de estas compañías, como por ejemplo las medidas de reservas y reclamaciones en las compañías de seguros.

Como lo podemos observar a continuación:

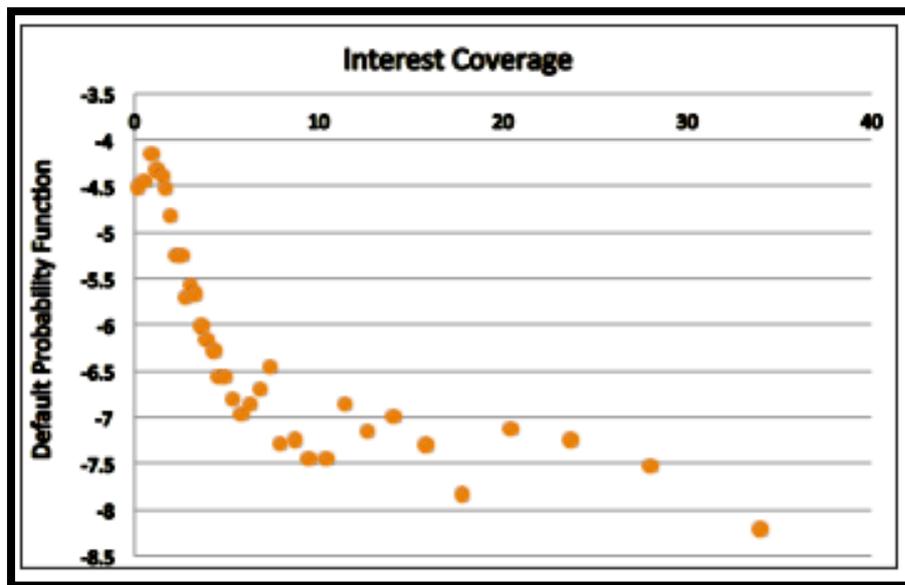
Ilustración 3: Modelo Credit Risk Function de Bloomberg



Como podemos observar en las Figuras 1 y 2, nos muestran varios inputs que llevan a calcular la probabilidad del modelo que nos muestra en el punto 2 de las figuras, y éste lleva a la calificación otorgada en el punto 1 de las figuras. Este modelo utiliza su propia escala de calificación, la cual compararemos más adelante con las tablas de Standard and Poor's y Moodys.

Lo que llama la atención del modelo es que utiliza unos inputs básicos para cualquier empresa como hace Merton, sin embargo, mientras en la Figura 1, que es sobre Bancolombia, tiene inputs como “Reserva por pérdida por prestamos”, en la Figura 2 de Apple lo cambia por Gastos de Intereses, ratio fundamental en empresas comercializadoras y del sector real.

Como ejemplo de esto presentamos la Figura 3¹³:



En donde podemos observar que la ratio de cobertura de intereses afecta de manera directa la probabilidad de impago de una compañía del sector real como Apple.

Una vez seleccionada la compañía que se desee, Bloomberg a través del ticker DRSK nos muestra la salida completa del modelo de probabilidad de impago:

¹³ Bloomberg Credit Risk-Framework, Methodology & Usage



Esta salida tiene cuatro áreas claves para tener en cuenta:

La primera la encontramos en la parte de arriba a la izquierda, que nos señala las salidas más importantes: Riesgo de Impago, la probabilidad de impago y los CDS Spreads.

La segunda área están los inputs, los cuales se muestran en la parte izquierda, debajo de la primera área. Esta información sale tanto del mercado como de los estados financieros de las compañías.

La información del mercado incluye 3 entradas: Precio por acción, Capitalización bursátil y la Volatilidad del precio en 1 año.

La información financiera incluye deuda a corto plazo, deuda a largo plazo, deuda total y dependiendo del sector de la empresa, puede tener gastos de intereses, o las reservas por perdidas en préstamos, beneficios netos, flujo de caja ajustado para los últimos 12 meses, etc.

Lo interesante del modelo, es que el usuario tendrá la posibilidad de estudiar la sensibilidad cambiando estos inputs y tendrá diferentes salidas tanto en los spreads de los CDS, probabilidad de impago y el riesgo asociado.

La tercera área, que la encontramos arriba a la derecha está la gráfica. Siempre estará en blanco la probabilidad de impago, pero podemos adicionar los inputs del modelo para ir mirando los cambios al hacer cualquier tipo de prueba de sensibilidad.

En la cuarta área, abajo en la pantalla, el modelo incluye una comparación con la industria. A través de ratios tanto de la empresa como del sector que pertenece muestra una comparación de Deuda/Equity, Cobertura de intereses, ROA, Pasivos/EBITDA; en otros casos muestra EV/EBITDA, etc.

1.8.1 MODELO CDS:

Como hemos señalado, una de las salidas importantes del modelo son los Spreads de los CDS¹⁴. Este spread se mide en puntos básicos, lo cual significa que en el caso de Twitter (Figura 4) los 138 bps que nos indica la salida, por cada millón de dólares asegurado el comprador del CDS tendrá que pagar al año 13.800 usd para cubrir cualquier Default futuro de Twitter.

Lo que hace el modelo es que, a través de la probabilidad de impago, hace una regresión econométrica simple para encontrar cual debería ser este Spread. En conclusión, para Twitter

¹⁴ Son un tipo de derivado que funciona como un seguro contra el riesgo de incumplimiento. Donde el comprador del título paga periódicamente una prima al vendedor (CDS spread) del CDS para cubrir cualquier incumplimiento del emisor. En caso que el emisor entre en default, el vendedor del CDS tendrá la obligación de responderle al comprador. Estas primas dependen del riesgo del emisor y se miden como puntos básicos (bps).

con la probabilidad de impago del 0.0356% a 1 año, el spread TEÓRICO de los CDS de Twitter deberían ser 138 bps.

Los CDS son una medida clave a la hora de medir el riesgo de impago, por lo tanto, este factor le da una rigurosidad al modelo que no vemos ni en Merton, ni en cualquier calificadora común como Moodys. Ya que el ajuste en los CDS de mercado que se realizan cada minuto pueden predecir mucho más rápido cualquier aumento en la probabilidad de quiebra en las empresas o países.

1.8.2 ESCALA DEL MODELO CREDIT RISK FUNCTION DE BLOOMBERG:

La escala de este modelo depende básicamente de la probabilidad de default. Dependiendo del rango, la empresa en cuestión adquirirá la calificación correspondiente.

Esto se divide en 3 categorías:

Investment Grade: Que abarca las probabilidades entre 0% y 0.52%.

Tabla 6 Escala Modelo Credit Risk

Credit Risk Measure	Default Probability Lower Bound	Default Probability Upper Bound
IG - 1	0.000%	0.0020%
IG - 2	0.0020%	0.0040%
IG - 3	0.0040%	0.0080%
IG - 4	0.0080%	0.0152%
IG - 5	0.0152%	0.0286%
IG - 6	0.0286%	0.0529%
IG - 7	0.0529%	0.0960%
IG - 8	0.0960%	0.1715%
IG - 9	0.1715%	0.3000%
IG -10	0.3000%	0.5200%

High Yield: Abarca probabilidades entre 0.52% y 10%

HY - 1	0.5200%	0.88%
HY - 2	0.88%	1.50%
HY - 3	1.50%	2.40%
HY - 4	2.40%	4.00%
HY - 5	4.00%	6.00%
HY - 6	6.00%	10.00%

Distressed: probabilidades entre 10% y 100%.

DS - 1	10.00%	15.0%
DS - 2	15.0%	22.0%
DS - 3	22.0%	30.0%
DS - 4	30.0%	50.0%
DS - 5	50.0%	100.0%
DDD	Defaulted	Defaulted

Ahora vamos a observar las salidas de las diez empresas elegidas para la investigación:

ECOPETL CB Equity 96 Info 97 Upload 98 Settings Bloomberg Default Risk

1 Ecopetrol SA As of 9/20/2018

1) 1-Yr Default Risk **IG5** 2) 1-Yr Default Prob **0.0173%** **History** **Term Structure** 6M **1Y** 3Y 5Y MAX

3) 5-Yr Model CDS 168 bps
 4) 5-Yr Market CDS --
 5) Market/Model CDS Ratio --

Model Inputs (COP) 2018:Q2

6) Share Price 3,715.00
 7) Market Cap 152,748,520.77 MM
 8) Price Vol (1-Yr) 34.55 %
 9) Short-Term Debt 5,676,999 MM
 10) Long-Term Debt 44,967,860.38 MM
 11) Total Debt 50,644,859.38 MM
 12) Interest Expn (T12M) 3,914,054.83 MM
 13) Adj CFO (T12M) 29,055,874.27 MM

20 Sector Comparison | DRAM »

Colombia - Energy: Integrated Oils

Credit Metric	ECOPETL	10 Pctl	Range	90 Pctl
Debt/Equity (%)	87.5	87.5		87.5
Int Coverage	6.5	6.5		6.5
ROA (%)	5.5	5.5		5.5
Liab/EBITDA	74.6	74.6		74.6
EBIT/Int Exp	6.5	6.5		6.5

1-Year Default Risk Distribution

● ECOPETL ● Median ● Wtd Avg

Reduce your execution slippage with intelligent futures algorithms. **APPS QB<GO>** **APPS**











Como lo habíamos tratado anteriormente, vamos a realizar una introducción de los ratings y la metodología tanto de Standard and Poor's como de Moodys, para continuar con la comparación frente a los del modelo Credit risk function de Bloomberg.

Se analizarán diferentes compañías internacionales para ubicarlas en los ratings de las calificadoras tradicionales con el modelo propuesto.

1.8.3 STANDARD AND POOR'S:

Clasificación de la Deuda a Corto Plazo

La clasificación de deuda a corto plazo de Standard & Poor's permite distinguir entre cierto tipo de obligaciones financieras con un vencimiento menor a un año, entre emisores de deuda de corto plazo en una determinada obligación financiera y entre programas financieros

específicos, estos casos son clasificados dependiendo de su calidad crediticia en las siguientes categorías:

Categoría A-1 (BRC 1+ / BRC 1)

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda indica que está fuertemente capacitado para cumplir con sus obligaciones financieras y no hay un riesgo evidente de no pago. El valor A-1 para la deuda emitida indica que su emisor tiene una fuerte capacidad para cumplir con su obligación financiera en esta deuda en particular, de manera completa y en los periodos de tiempo acordados. Para distinguir emisiones en esta categoría, se puede agregar un signo positivo (+) para indicar que el emisor se encuentra extremadamente capacitado para cumplir con su deuda de corto plazo. En la categoría A-1 + de calidad de la deuda de corto plazo, están las obligaciones en las que prácticamente no es posible que no sean pagadas, o que su emisor no pueda cumplir con su obligación adquirida para esta deuda específica. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que no se vea afectada en situaciones económicas adversas, luego cuenta con el menor riesgo asociado para invertir. Esta categoría otorga grado de inversión a la deuda de corto plazo perteneciente a esta.

Categoría A-2 (BRC 2+ / BRC 2)

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, e indica que está satisfactoriamente capacitado para cumplir con sus obligaciones financieras y el riesgo de no pago es muy improbable. El valor A-2 para la deuda emitida indica que su emisor tiene la capacidad más que suficiente para cumplir con su obligación financiera en esta deuda en particular, y se espera que lo cumpla en su totalidad y en los periodos de tiempo acordados. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que no posea

muchos factores que se vean afectados considerablemente ante situaciones económicas adversas, pero tiene un riesgo asociado mayor al de la categoría A-1. Luego, tanto los emisores como las obligaciones financieras pueden ver afectada su capacidad de pago ante cambios abruptos y significativos en la economía del país. Esta categoría otorga grado de inversión a la deuda de corto plazo perteneciente a esta.

Categoría A-3 (BRC 3)

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, indica que está adecuadamente capacitado para cumplir con sus obligaciones financieras y el riesgo de no pago es improbable. El valor A-3 para la deuda emitida indica que su emisor tiene la capacidad suficiente para cumplir con su obligación financiera en esta deuda en particular, y se puede esperar que lo cumpla en su totalidad y en los periodos de tiempo acordados. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que posea factores que se vean debilitados ante situaciones económicas adversas, y tiene un riesgo asociado mayor al de la categoría A-2. La categoría A-3 posee algunos elementos de especulación debido a su mayor vulnerabilidad ante las circunstancias económicas, no obstante, aún cuenta con protección suficiente de cambios coyunturales. Esta categoría es la más baja que sigue otorgando grado de inversión a la deuda de corto plazo perteneciente a esta.

Las siguientes categorías indican que las obligaciones financieras asociadas a estas no cuentan con grado de inversión, luego son de carácter especulativo. La categoría B se puede diferenciar en B-1, B-2 y B-3, estas sub-categorías muestran la posición relativa del emisor u obligación financiera dentro de la categoría B (BRC 4).

Categoría B-1

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, e indica que está moderadamente capacitado para cumplir con sus obligaciones financieras en la actualidad y el riesgo de no pago será improbable, siempre y cuando se presenten condiciones económicas favorables. El valor B-1 para la deuda emitida indica que su emisor tiene una capacidad relativamente fuerte para cumplir con su obligación financiera en esta deuda en particular, mientras la economía del país se encuentre estable y con buenas expectativas, y solo en ese caso se puede esperar que se pague en su totalidad y en los periodos de tiempo acordados. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que sea vulnerable al verse debilitada considerablemente ante situaciones económicas adversas. La categoría B-1 posee considerables elementos de especulación debido a que, si bien posee la capacidad de pagar actualmente sus obligaciones financieras, es muy vulnerable ante las circunstancias económicas.

Categoría B-2

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, indica que tiene una capacidad promedio para cumplir con sus obligaciones financieras en la actualidad y el riesgo de no pago será poco probable, siempre y cuando se presenten condiciones económicas favorables. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que sea vulnerable, al verse debilitada considerablemente ante situaciones económicas adversas. La categoría B-2 posee bastantes elementos de especulación debido a que, si bien posee la capacidad de pagar sus obligaciones financieras, se comporta como el promedio de deuda de corto plazo ante cambios en las circunstancias económicas.

Categoría B-3

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, e indica que tiene una capacidad débil en relación con la demás deuda para cumplir con sus obligaciones financieras en la actualidad. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que sea muy vulnerable, posee bastantes elementos de especulación debido a que, si bien posee la capacidad de pagar sus obligaciones financieras, se comporta peor que el promedio de deuda de corto plazo ante cambios en las circunstancias económicas desfavorables.

Categoría C (BRC 5)

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo y el emisor de esta deuda, indica que su capacidad para cumplir con sus obligaciones financieras en la actualidad es altamente vulnerable y existe una gran posibilidad de no repago. El valor C para la deuda emitida indica que su emisor tiene un alto riesgo de no ser pagada en su totalidad o en los periodos de tiempo acordados. Al pertenecer a esta categoría, la capacidad de cumplimiento depende de las condiciones de la empresa, de la industria y de la economía del país. La deuda de corto plazo con esta categoría tiene atributos de inversión que hacen que significativamente vulnerable al necesitar de desempeños favorables en múltiples áreas, para poder cumplir con sus compromisos financieros. La categoría C no tiene grado de inversión al disponer de la menor protección en el repago de la deuda y el pago de los intereses asociados a esta, así como puede estar en inminente peligro de default. Suele otorgarse a deuda o emisores en una situación financiera muy inestable o inviable, pero que aún siguen pagando sus obligaciones financieras y es considerada la calidad de crédito más baja.

Categoría D & SD (Selective Default) (BRC 6)

Esta clasificación aplica para la deuda de corto plazo no-híbrida y el emisor de esta deuda, e indica que al menos uno de sus compromisos financieros no está siendo pagado y ha entrado en default. El valor D indica que su emisor no ha pagado en su totalidad la deuda o ha incumplido los periodos de tiempo acordados para su pago. Pronostica que el emisor de la deuda no podrá pagar ninguna de sus obligaciones financieras y por ende no solo la deuda emitida debe tener esta calificación. Suele otorgarse a deuda o emisores en situación de bancarota, por lo que no están pagando sus obligaciones financieras ni siquiera en el periodo de gracia otorgado por Standard & Poor's. Selective Default aplica cuando el emisor falla en pagar solo un grupo determinado de sus obligaciones financieras, y por ende no está en situación de default para toda su deuda de corto plazo.

Categoría R- Aplica para el emisor de la deuda

Esta clasificación aplica para un emisor de deuda de corto plazo, e indica que está siendo supervisado al presentar condiciones financieras desfavorables, con el fin de lograr evitar o superar sus problemas de cumplimiento de pago.

Categoría NR (E)

Indica que el emisor no se encuentra en ninguna de las categorías anteriormente descritas.

Calificaciones crediticias de Largo Plazo:

La calificadora Standard & Poor's basa su análisis en varios determinantes que dicen si un emisor tiene la capacidad para cumplir sus compromisos financieros. Estas consideraciones son:

- Probabilidad de pago: Este es factor importante para examinar el riesgo crediticio y la capacidad de pago a la que un emisor se enfrenta para el pago de una deuda. El concepto

contrario es la probabilidad de incumplimiento y entre ambos se complementan para evaluar que dados unos términos de pago como un acreditado cumpliría estas obligaciones.

- Analizar los acuerdos establecidos y plantear los diferentes casos que podrían existir en el pago de la deuda. Se miran los términos y las condiciones a las que se enfrenta el acreedor, el hipotético caso de quiebra o default y las posibles cambios o reorganizaciones que podrían existir en las obligaciones.

Categoría	Definición
AAA	Calificación más alta otorgada por S&P Global Ratings, esta es la calificación más elevada a la cual puede aspirar un emisor. Esta refleja que la capacidad de pago es muy fuerte y la probabilidad de incumplimiento es muy baja. A su vez implica que el emisor puede cumplir con las obligaciones adquiridas y que el existe un casi nulo riesgo de inversión en dicha empresa, entidad, etc. Dentro del mercado esto implicará un posible aumento de la demanda por el título, y en caso de que sea una empresa, un aumento de su capitalización en el mercado de acciones.
AA	Esta calificación sigue reflejando un alto grado de pago por parte del acreedor y un alto compromiso en cumplir con sus obligaciones financieras, sin embargo, aquellos emisores que se encuentren en esta categoría son más vulnerables ante adversidades o repentinos sucesos durante el periodo en el que adquirió la deuda, frente a los que se encuentran en la calificación AAA. Esta calificación además refleja una posible valorización de la empresa o país y en consecuencia un incremento en el precio de su acción en el caso de la firma.
A	En este nivel de calificación la probabilidad de pago aún se mantiene como fuerte y el emisor sigue mostrando características que le permiten ser poco susceptible ante diferentes posibles fenómenos en el mercado económico o a movimientos globales y políticos. La probabilidad de incumplimiento es aun inferior a 0.5 lo cual indica que el emisor cumpliría en la mayoría de los casos con las obligaciones adquiridas, permitiendo un umbral aceptable de inversión en dicha compañía o país.
BBB	Nivel de calificación que refleja que la firma o país tiene la capacidad en el instante de realizar el análisis de pagar con las obligaciones adquiridas. Los emisores que se encuentran en este nivel son más propensos a los movimientos económicos que podrían

	<p>sucedier lo que produce un riesgo de solvencia más alto que aquellos que están en la categoría A. Asimismo, la probabilidad de pago está en un intervalo que es aceptado por la mediana de los inversionistas, lo cual representa que aun así la empresa o nación muestran confianza y es la reorganización de obligaciones es poco probable.</p>
BB	<p>Dada esta calificación los emisores están en medio de una alta incertidumbre y una elevada vulnerabilidad, aun así, tendría la capacidad para cumplir con sus obligaciones, pero la alta exposición a diferentes adversidades financieras provoca un aumento a la probabilidad de impago y una preocupación por caer en un escenario de default.</p>
B	<p>Esta calificación muestra que el emisor aún puede cumplir con las obligaciones establecidas, pero siempre y cuando un contexto económico, social y político den este escenario. La probabilidad de impago es alta y también se incrementa la posibilidad de que los acuerdos se reorganicen para no caer en el escenario de default. Condiciones que perjudican la situación financiera del emisor perjudicarían al emisor y por ende su voluntad para cumplir con los términos establecidos.</p>
CCC	<p>En este nivel de calificación el emisor estaría enfrentado a que actualmente no puede cumplir con las obligaciones a menos que el contexto financiero sea muy propicio para el cumplimiento de los términos. La probabilidad de incumplimiento empieza a ser alta y a su vez la capacidad de pago se reduce, el umbral de inversión se limita a diferentes acontecimientos que garanticen el compromiso por parte del acreedor, pero aun así, es muy poco probable que esto acontezca.</p>
CC	<p>Una obligación en este nivel de calificación muestra que la vulnerabilidad de incumplimiento es muy alta y a su vez refleja un alto grado de incumplimiento por parte del acreedor. Según S&P Global Ratings dan esta calificación a una empresa que:</p> <p>Cuando la entidad dice que no puede realizar el próximo pago, pero actualmente se encuentra al día con sus obligaciones. También, cuando se vislumbran escenarios de alta probabilidad de impago en los próximos 12 meses. Asimismo, cuando hay una alta posibilidad de reorganización de los términos y finalmente cuando el acreedor a presenta alguna solicitud de quiebra.</p>
R	<p>Aquella obligación que se encuentra en este nivel de calificación muestra que la calificadora S&P Global Ratings está examinando la situación financiera actual del emisor, está analizando la capacidad</p>

	de pago del acreedor y por ende la probabilidad de que este cumpla con los términos de la obligación.
SD o D	Un emisor que se le califica en el nivel D es aquel que incumplió el pago o los compromisos financieros adquiridos en la fecha establecida, según S&P Global Ratings.

1.8.4 MOODY'S

Clasificación de la Deuda a Corto Plazo

Las calificaciones de corto plazo examinan las obligaciones que tienen un vencimiento menor o igual a un año. Estas calificaciones reflejan la probabilidad que hay de incumplimiento por parte de las entidades.

P-1: Los deudores que tienen esta calificación cuentan con una la más alta capacidad para responder por sus obligaciones de corto plazo. Son el equivalente a las calificaciones Aaa, Aa, A de largo plazo.

P-2: Los deudores que tienen esta calificación cuentan con una fuerte capacidad para hacer frente a sus deudas en el corto plazo. Son el equivalente a las calificaciones Baa del largo plazo.

P-3: Los deudores que entran en esta calificación tienen una capacidad aceptable de responder por sus obligaciones en el corto plazo, la cual puede estar sujeta a condiciones favorables de la situación que le rodea.

NP: Hay emisiones que no encuadran dentro de P-1, P-2 y P-3, por su baja capacidad de responder por sus obligaciones en el corto plazo. Son el equivalente de las calificaciones Ba, B, Caa, Ca, C de largo plazo.

Clasificación de la Deuda a Largo Plazo

Dentro de esta categoría se encuentran las calificaciones de obligaciones crediticias que tienen un vencimiento original de más de 13 meses. Estas calificaciones reflejan la probabilidad que tiene una entidad de incumplir con un pago acordado contractualmente, así como la pérdida financiera esperada por dicho incumplimiento.

Categoría	Definición
<i>Aaa</i>	Las obligaciones que tienen esta calificación son de la más alta calidad y tienen una probabilidad mínima de default. Las entidades que se encuentran en esta clasificación cuentan con la más alta capacidad financiera para honrar sus obligaciones y el riesgo de inversión en este tipo de deuda es prácticamente inexistente. Las empresas y los países que entran en esta calificación tienen una perspectiva “estable” a largo plazo. Son muy pocas las empresas y países que reciben esta calificación, ejemplo de estos son: Dinamarca, Suiza y Alemania.
<i>Aa</i>	Las obligaciones que tienen esta calificación son de muy alta calidad y tienen un riesgo crediticio muy bajo. Las entidades calificadas como Aa tienen una muy alta capacidad para cumplir con sus obligaciones. El riesgo de inversión en este tipo de deuda es mínimo. Cabe aclarar que difieren en muy poco de los deudores de mayor calificación. Países como Corea del Sur y Kuwait reciben esta calificación.
<i>A</i>	Los deudores calificados como A tienen alta capacidad para responder por sus obligaciones financieras. Estos compromisos se califican intermedios-altos y tienen un riesgo crediticio bajo. Sin embargo, tienen una mayor susceptibilidad, con respecto a los deudores de mayor calificación, a efectos adversos provenientes de cambios en las circunstancias y condiciones económicas que le rodean. Países como Perú e Irlanda poseen esta calificación.
<i>Baa</i>	Las obligaciones que tienen esta calificación son consideradas de grado intermedio y tienen un grado de riesgo crediticio moderado. Estos compromisos no tienen la más alta protección, sin embargo, tampoco están protegidos de manera mediocre. El deudor tiene capacidad adecuada para hacer frente a sus obligaciones. No obstante, ciertas condiciones económicas adversas pueden traducirse en un deterioro en la capacidad de pago del deudor. Países como India, Panamá y Colombia reciben esta calificación.

Ba	Las emisiones que reciben esta calificación tienen características especulativas y el riesgo crediticio que implican es de considerar. Dentro de las obligaciones con peor calificación son las que presentan el menor grado de especulación, pero presentan una constante incertidumbre. En el corto plazo, los deudores son menos vulnerables que los de peor calificación. De todas formas, están expuestos a efectos adversos de la situación que les rodea, lo cual los podría conducir a una capacidad inadecuada para cumplir con sus obligaciones financieras. Países como Guatemala y Croacia tienen esta calificación.
B	Esta calificación incluye las obligaciones que son más vulnerables a un incumplimiento que las Ba. A pesar de que los deudores tienen todavía capacidad para responder por sus obligaciones, las condiciones financieras, económicas, empresariales y demás, pueden perjudicar contundentemente a las entidades y conllevarlas a un incumplimiento. Por esta razón, estas obligaciones tienen un riesgo crediticio alto. Países como Ecuador, Egipto y Grecia reciben esta calificación.
Caa	Estas obligaciones tienen una mala reputación y son especulativas. El riesgo crediticio que implican es muy alto. Los deudores son bastante vulnerables a la situación que les rodea y su capacidad de pago depende de las condiciones favorables de su entorno. Estas emisiones probablemente se encuentran en mora. Países como Cuba y Mozambique reciben esta calificación.
Ca	Las emisiones que están calificadas como Ca son altamente especulativas, y por lo general, se encuentran en mora o están a punto de estarlo. Los deudores suelen ser vulnerables a los efectos negativos de la situación que les rodea.
C	Esta calificación es la más baja dada por Moody's, las obligaciones que reciben esta calificación no han sido pagadas en una o más de una ocasión. Hay una muy baja perspectiva de recuperación de los intereses y el capital. Por ejemplo, Venezuela, que en los últimos años ha incurrido en default, recibe esta calificación.

1.8.5 METODOLOGÍAS DE CALIFICACIÓN CREDITICIA

Standard and Poor's como Moody's utilizan metodologías muy similares que se basan en un conjunto de factores para determinar la calificación de riesgo de las instituciones. Este conjunto se resume en un instrumento que se denomina scorecard. Una scorecard es una "herramienta

que se utiliza para resumir los factores que son generalmente más importantes en la asignación de las calificaciones”. Cada factor dentro de la scorecard tiene una ponderación diferente, lo cual permite tener una aproximación de la relevancia que tiene en la calificación crediticia de las entidades.

Cabe destacar que la importancia real que tiene cada factor puede variar dependiendo de las condiciones en las que se encuentra el emisor, así como de la situación que lo rodea. Hay algunos factores que no están contenidos dentro de la scorecard por ser de carácter privado, por esta razón, por lo general son únicamente conocidos por los comités de calificación en las calificadoras. La calificación de riesgo se basa en datos históricos, pero principalmente en las expectativas que se tiene de las entidades. La scorecard da un puntaje y dependiendo de éste, se le asigna una calificación a la entidad.

Algunos de los factores determinantes en la calificación crediticia de las instituciones financieras y no financieras son: probabilidad de recibir apoyo exterior en caso de una situación de estrés para impedir el incumplimiento de la obligación, evaluación del riesgo crediticio base, acción del gobierno soberano con el fin de evitar incumplimiento de la obligación de la institución, liquidez, calidad de cada uno de los activos emitidos, capacidad para generar utilidades en el tiempo, situación de la entidad en comparación a la de sus pares, capitalización en el mercado, solvencia, entre otras.

Para la asignación de una calificación crediticia de un país se observan ciertos bloques de la economía y sus respectivas variables, algunos de estos son:

Bloque externo:

Se enfatiza en la observación de la tasa de cambio, pues esta variable refleja la productividad de un país y tiene mucha información respecto a las expectativas de largo plazo de la economía.

De igual forma, se observa la sensibilidad que tiene la economía al precio del petróleo, la balanza comercial, la balanza de pagos, entre otras.

Mercado laboral:

Al ser la mano de obra el factor más importante en la producción de un país resulta trascendental conocer la situación de este mercado para asignar cierta calificación a un país. En este mercado principalmente se estudian variables como tasa de desempleo, salario mínimo y salario real promedio de la región.

Mercado inmobiliario:

Desde la crisis desatada en el 2008, se hace una constante observación del comportamiento de este mercado. Principalmente, se presta atención a variables como precio de las viviendas y probabilidad de existencia de una burbuja.

Inflación:

Se mira el nivel de precios tanto por el lado del consumo como por el lado de la producción.

Bloque Fiscal:

La probabilidad de que un gobierno honore la deuda depende de la disciplina fiscal que éste posea, es decir, que haga un gasto adecuado de los recursos y haga inversiones que le permita tener un crecimiento estructural de largo plazo. De igual forma, la probabilidad de que un país pueda pagar su deuda depende de la capacidad que éste tiene de recaudar impuestos y que esto último sea consecuente con la situación económica del país. El recaudo tributario es pro cíclico

con el ciclo económico, lo que significa que cuando la economía va bien, el gobierno puede recaudar más impuestos.

Asimismo, otra variable que se tiene en cuenta para la calificación crediticia es la relación Deuda/PIB; un país con buena calificación tendrá una relación no- explosiva entre sus obligaciones y sus ingresos.

De igual manera, se tienen en cuenta los intereses de la deuda externa, pues éstos dan muestra del riesgo soberano de un país. Si los intereses son muy altos, el país tiene una alta probabilidad de no hacer frente a sus obligaciones, por el contrario, si son muy bajos, la probabilidad de responder por las obligaciones es bastante alta.

Riesgo de Moneda Local y Extranjera

Factores distintos a los descritos en las categorías anteriores pueden afectar la capacidad de pago de la deuda de los distintos emisores, entre estos factores se encuentra la moneda en la cual poseen sus deudas. Al tener deuda en una moneda diferente a su local el emisor presenta un riesgo adicional ante cambios en la tasa de cambio, ya que variaciones en esta tasa podrían hacer que el emisor no tenga la capacidad de pagar su deuda.

Outlook:

También llamado perspectiva de la calificación, indica la tendencia hacia la cual se espera que la calificación de largo plazo se mueva con respecto a la de mediano plazo. Esta perspectiva toma en cuenta cambios en las características económicas, de la industria y de mercado. Puede tener los siguientes valores:

Positiva: indica que es probable que la calificación pueda aumentar.

Negativa: indica que es probable que la calificación pueda disminuir.

Estable: indica que es probable que la calificación no varíe.

En desarrollo: indica que la calificación pueda aumentar, disminuir o mantenernos estables.

N.M: indica que no hay un cambio significativo.

ESCALA DE CALIFICACIÓN			
EMPRESA	CREDIT RISK FUNCTION	STANDARD & POOR'S	MOODY'S
ECOPETROL	IG5/0,1665%	BBB-	Baa3
GENERAL ELECTRIC	IG9/0,2086%	A	A2
ISA	IG4/0,0139%	BBB-	Baa2
PEDEVESA	HY3/1,55%	SD	C
SEARS	DS2/16,88%	CCC-	Ca

Como podemos observar en esta tabla, hay inconsistencias entre las metodologías usadas por el modelo de Bloomberg y las 2 calificadoras tradicionales.

Mientras que Bloomberg les da una muy buena calificación a empresas como Ecopetrol o Isa; las calificadoras las ponen en el rango de BBB- y Baa2 respectivamente. Esto se debe básicamente al riesgo país donde se encuentran las empresas. Mientras que Bloomberg analiza detalladamente la información financiera individual de cada empresa, las calificadoras incluyen en su análisis que estas empresas están en Colombia, por lo tanto, sería absurdo darle una calificación superior a su mismo país. En el caso de General Electric, Bloomberg asigna una calificación más baja a las 2 colombianas del ejemplo, pero al estar en Estados Unidos, las calificadoras le asignan A y A2 respectivamente.

Acá se evidencia uno de los grandes errores cometidos en la crisis del 2008. Donde las calificadoras otorgaron la mayor calificación a títulos inmobiliarios que precisamente no tenían el fundamento financiero para adquirirlo.

PROBABILIDAD DE DEFAULT		
EMPRESA	CREDIT RISK FUNCTION	MERTON
ECOPETROL	0,0165%	0,00012%
GRUPOSURA	0,0002%	0,00%
NUTRESA	0%	0,00%
ISA	0,0139%	0,00%
GRUPOARGOS	0,0214%	0,00%
CEMARGOS	0,0203%	0,00%
EEB	0%	0,00%
ÉXITO	0,0529%	0,00%
CELSIA	0,0004%	0,00%
CEMEX	0,000%	0,00021%

Esta tabla muestra la comparación entre las probabilidades de default usando Merton tradicional y bajo la metodología de Bloomberg a un año.

1.8.6 INDICE COLCAP-CDS

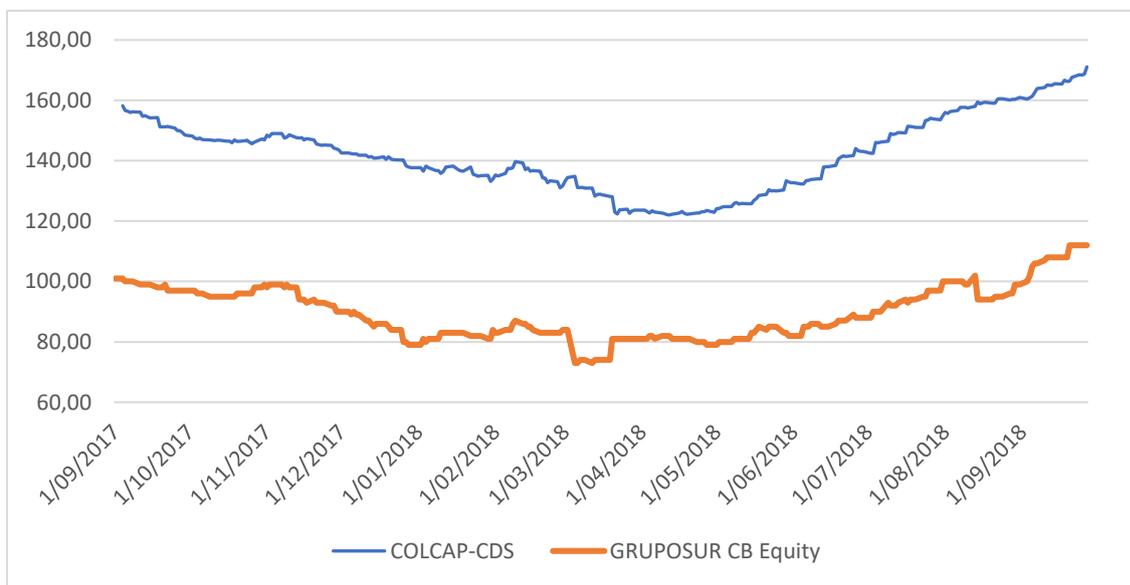
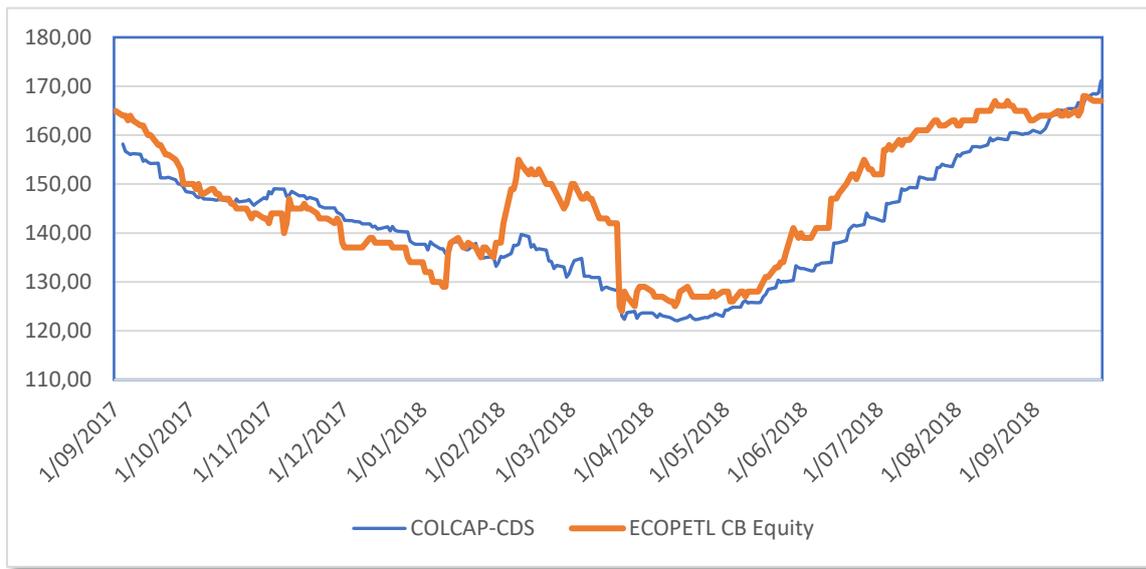
Finalmente, para demostrar el gran uso que se le puede dar a este modelo, más allá de las salidas que nos da la herramienta, hemos creado un índice que podría servir de referencia al mercado colombiano. Lo llamamos COLCAP-CDS.

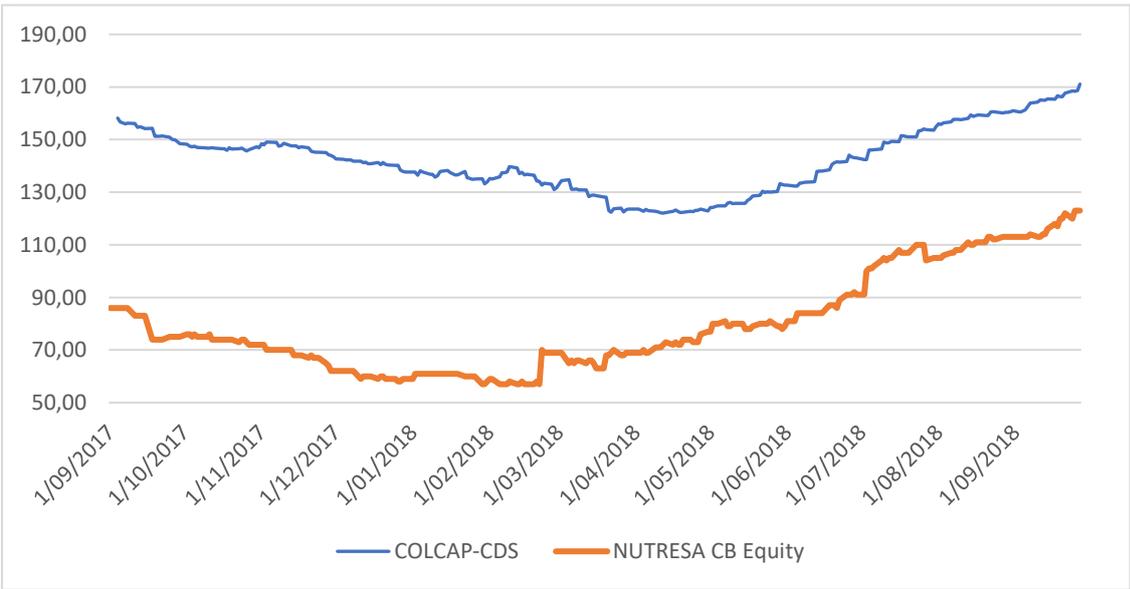
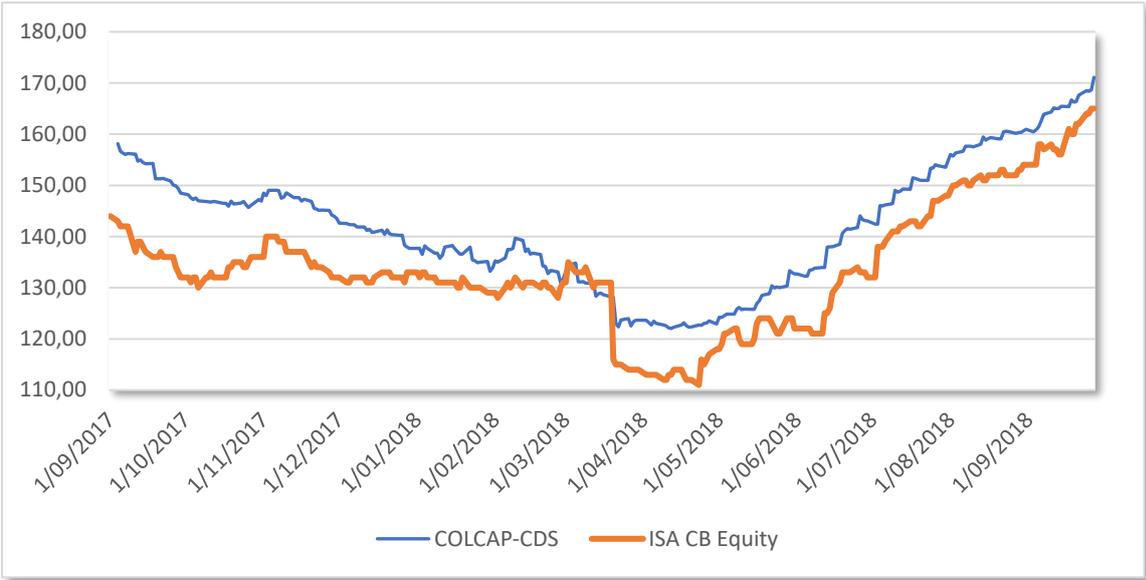
El índice está calculado con las ponderaciones de las 20 acciones del COLCAP y con el histórico CDS Spreads que nos da el modelo de Bloomberg. Lo que genera una medida de riesgo para todo el mercado y observar que tan riesgoso está el mercado colombiano a través del último año según Bloomberg.

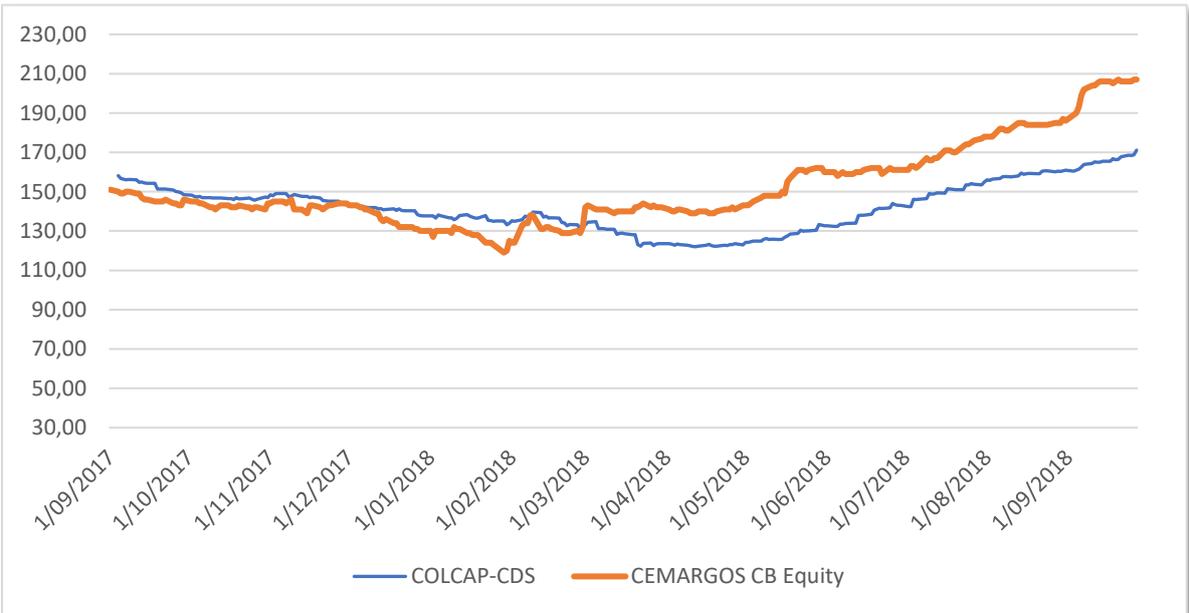
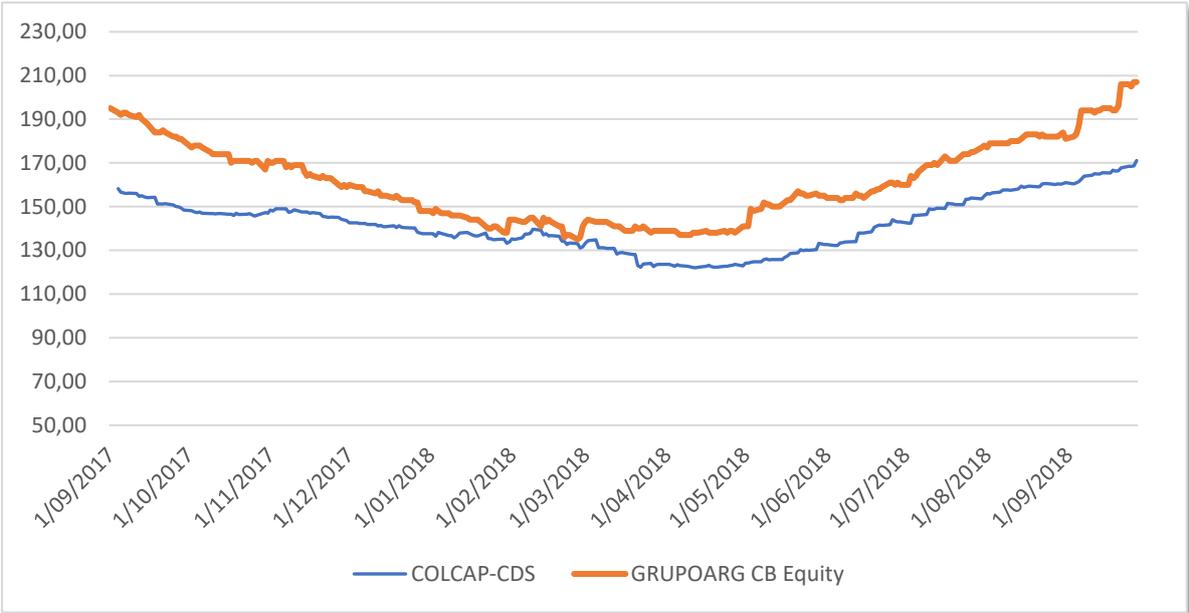
A través del índice, se puede comparar cada acción frente al mismo como medida adicional para conocer el comportamiento de los CDS a través del tiempo y determinar si el mercado prevé que dicha acción es más riesgosa que el mismo COLCAP, aumentando la prima que se cobraría al hacer un CDS de esa acción en particular.

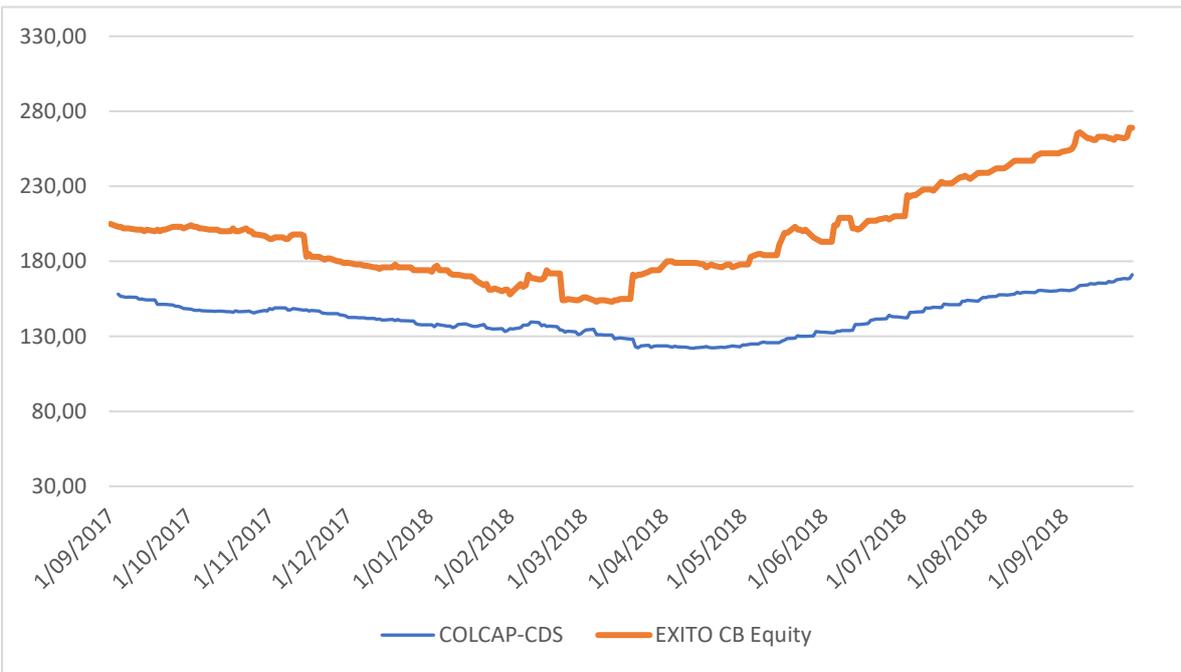
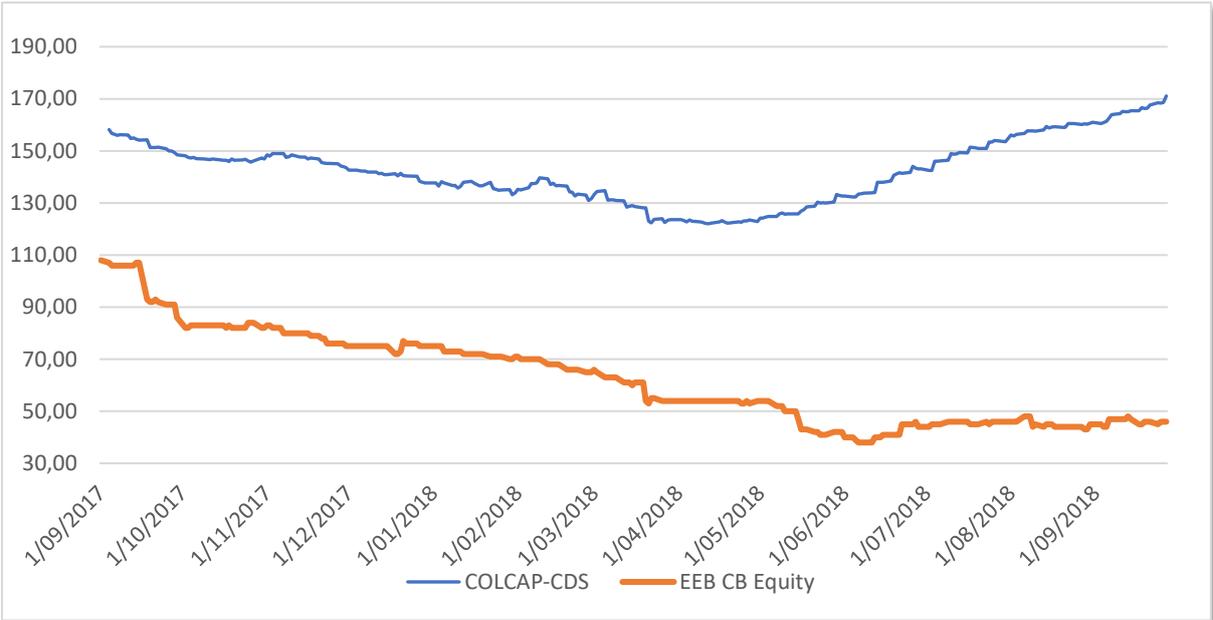
A continuación, se presentan las 10 acciones del COLCAP de nuestra investigación comparada al índice COLCAP-CDS:

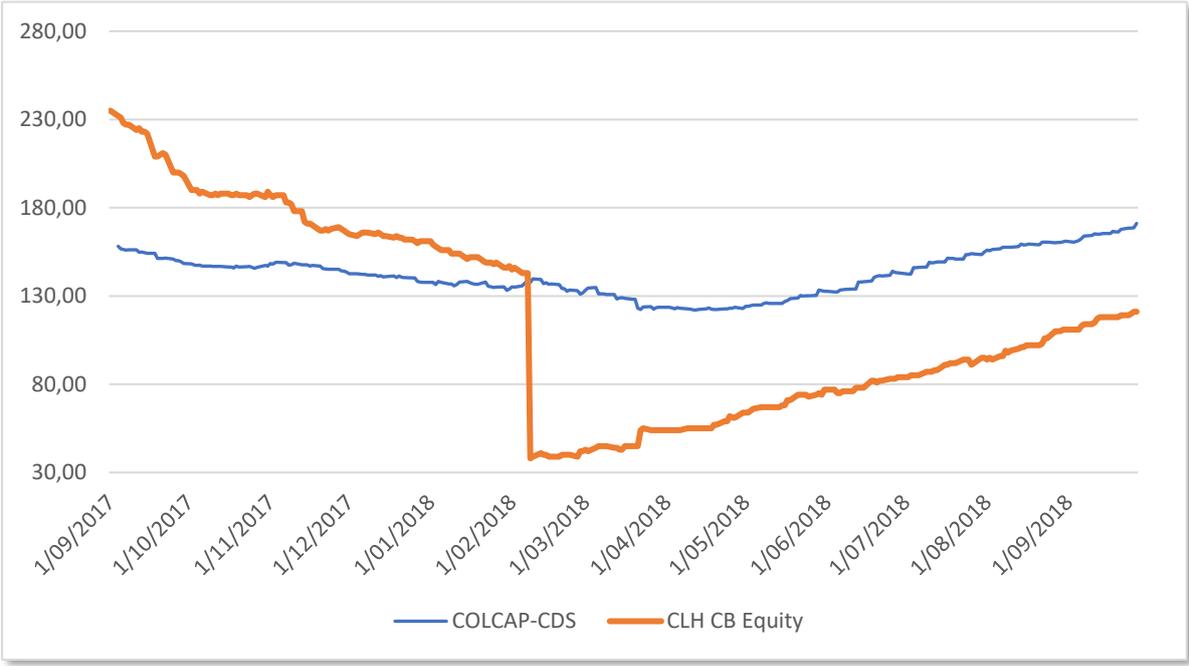
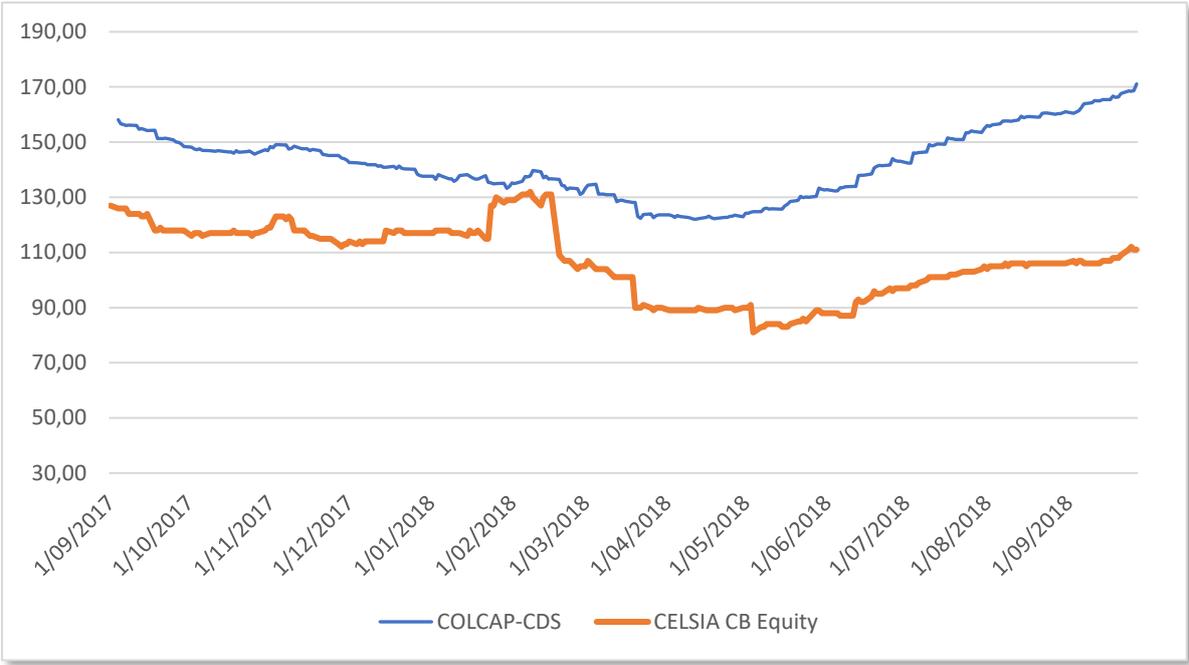
Ilustración 4: Índice Colcap-CDS











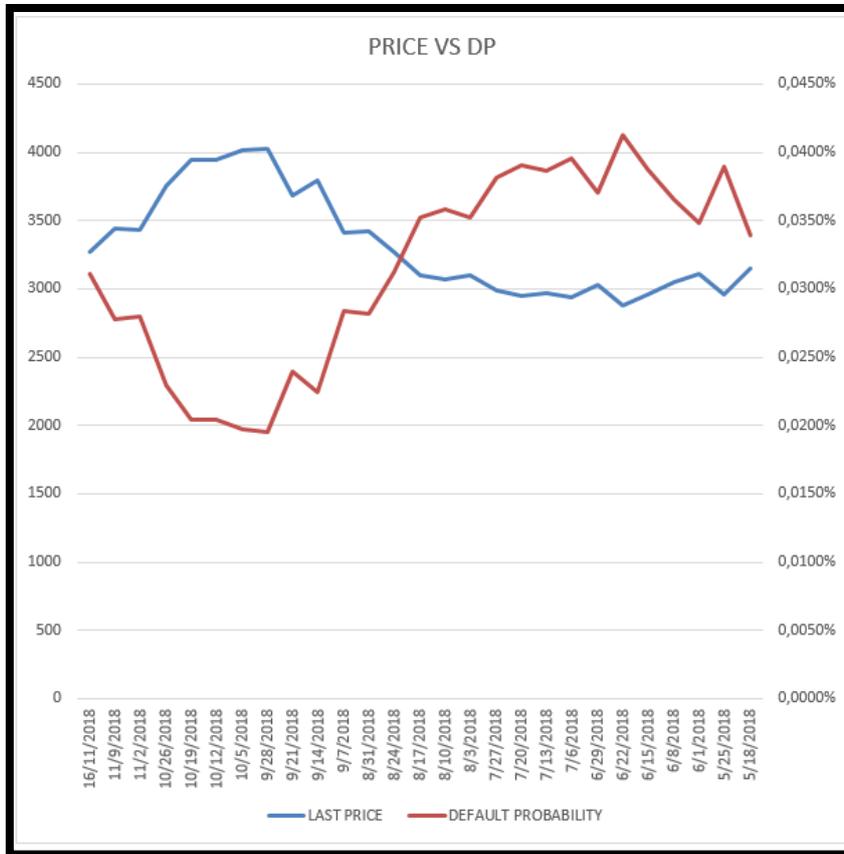
Para finalizar realizamos un Backtesting donde observamos que una vez realizado sobre la acción de Ecopetrol, el modelo reacciona dinámicamente a cualquier cambio de sus inputs, para este caso al cambiar el precio de la acción, la probabilidad de default se mueve de forma

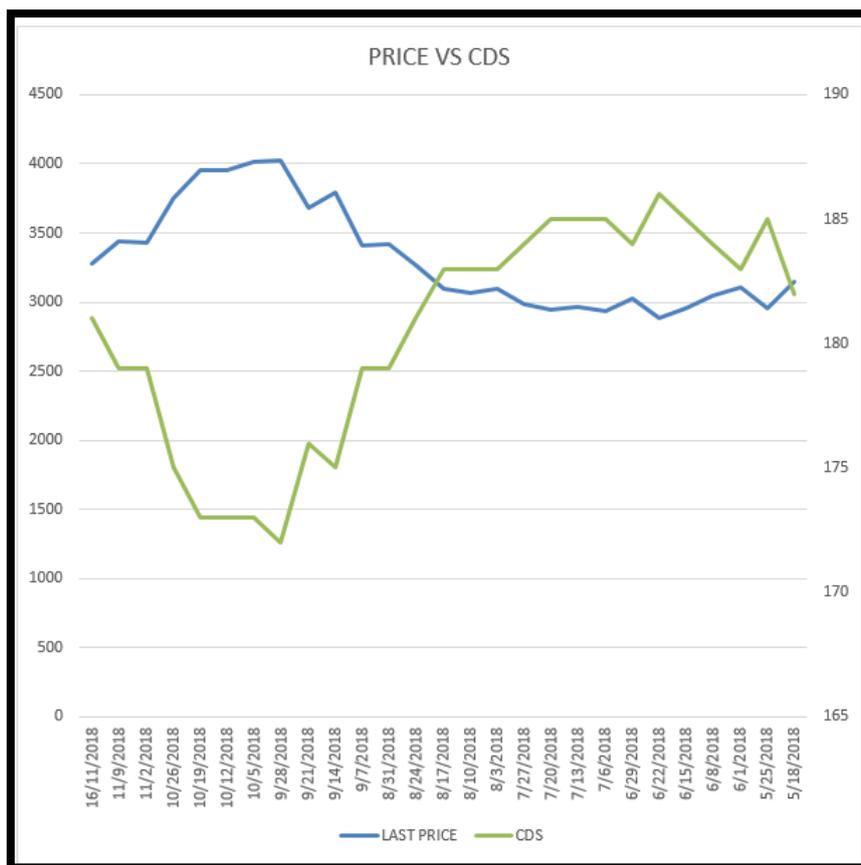
inversa igual que los CDS; por lo tanto entre mayor sea el precio de Ecopetrol, menor será la probabilidad de impago y por lo tanto sus CDS teóricos disminuyen, teniendo un menor spread para asegurar una posible inversión.

Esto demuestra que el modelo de Bloomberg funciona para medir el riesgo de crédito de cualquier portafolio ya sea de corto, largo o mediano plazo.

Security	ECOPETL CB Equity				
Start Date	5/18/2018 0:00				
End Date	11/16/2018 0:00				
Period	W				
Currency	COP				
Date	LAST PRICE	DEFAULT PROBABILITY	CDS	DEFAULT RISK 1 YEAR TABLE	
16/11/2018	3275	0,0311%	181	IG6	
11/9/2018	3440	0,0278%	179	IG5	
11/2/2018	3430	0,0280%	179	IG5	
10/26/2018	3755	0,0229%	175	IG5	
10/19/2018	3950	0,0204%	173	IG5	
10/12/2018	3950	0,0204%	173	IG5	
10/5/2018	4015	0,0197%	173	IG5	
9/28/2018	4030	0,0195%	172	IG5	
9/21/2018	3680	0,0239%	176	IG5	
9/14/2018	3790	0,0224%	175	IG5	
9/7/2018	3410	0,0284%	179	IG5	
8/31/2018	3420	0,0282%	179	IG5	
8/24/2018	3270	0,0312%	181	IG6	
8/17/2018	3095	0,0352%	183	IG6	
8/10/2018	3070	0,0358%	183	IG6	
8/3/2018	3095	0,0352%	183	IG6	
7/27/2018	2985	0,0381%	184	IG6	
7/20/2018	2950	0,0391%	185	IG6	
7/13/2018	2965	0,0387%	185	IG6	
7/6/2018	2935	0,0396%	185	IG6	
6/29/2018	3025	0,0370%	184	IG6	
6/22/2018	2880	0,0413%	186	IG6	
6/15/2018	2960	0,0388%	185	IG6	
6/8/2018	3045	0,0365%	184	IG6	
6/1/2018	3110	0,0348%	183	IG6	
5/25/2018	2955	0,0390%	185	IG6	
5/18/2018	3150	0,0339%	182	IG6	

Ilustración 5: Backtesting





1.9 CONCLUSIONES Y RESULTADOS

Después de hacer el estudio para responder nuestra pregunta de investigación, concluimos que hemos logrado encontrar un modelo óptimo que logra cumplir con los objetivos de los inversionistas a la hora de validar el riesgo de crédito que pueda incurrir en una inversión.

Desafortunadamente en Colombia el proceso entre comisionistas de bolsa, la BVC y los inversionistas es todavía muy lejano a lo que se espera en una economía desarrollada. En la práctica a los inversionistas deben llamar a preguntar que “recomiendan para comprar o negociar” y depende en muchos casos exclusivamente de la recomendación de corredor de bolsa, que adicionalmente tiene que cumplir unas metas mensuales de comisiones y esto

conlleva a un conflicto de intereses muy elevado. En muchos casos el corredor no recomienda lo mejor para el inversionista sino para él mismo.

Por este motivo, este mercado incurre diariamente a un riesgo moral y una selección adversa muy grande, cada vez más las firmas comisionistas sufren multas del autorregulador del Mercado de Valores (AMV) y sus corredores tienen que ser despedidos.

Este es uno de los puntos fundamentales de la investigación, tratar de encontrar soluciones que profesionalicen el mercado con modelos o herramientas que los inversionistas puedan encontrar para tomar decisiones. Enfocándose en el riesgo de crédito, los millones de inversionistas no tienen el conocimiento, o el tiempo necesario para calcular la probabilidad de impago bajo el modelo de Merton; cada vez que tengan recursos para invertir en compañías colombianas. En muchos casos, se remiten a la BVC o a sus comisionistas de bolsa para preguntar por la calificación que ha otorgado Standard and Poor's, Moodys, etc. Las cuales otorgan una calificación como A, BBB, C entre otras que los inversionistas en el mayor de los casos desconocen el impacto de éstas al momento de tomar una decisión de inversión, o en el peor de los casos desconocen el significado de este tipo de calificaciones.

Es evidente que las calificadoras tradicionales incurren constantemente en un riesgo moral inmenso, como ya explicamos, las calificadoras tuvieron un papel relevante en la crisis del 2008, ya que le otorgaban excelentes ratings a títulos basura, donde los emisores eran los mismos clientes de estas calificadoras. Adicionalmente, la mayoría de los clientes persona natural que invierten en el mercado de valores incurren en una situación de selección adversa importante al no contar con suficiente información a la hora de observar un simple rating que no saben ni cómo llegaron a él. Por consiguiente para tomar decisiones de inversión les toca conformarse con un resultado propuesto por una empresa que en muchas ocasiones ha demostrado ser ineficaz e inmoral.

Dado lo anterior, el modelo Credit risk function de Bloomberg, tiene como gran ventaja que no solo ubica a las empresas en un ranking, como lo hacen las calificadoras tradicionales, sino que adicionalmente muestran la probabilidad de impago y el margen CDS. Es un modelo flexible ya que se acomoda en un mercado que está constantemente en cambio, y al actualizarse día a día cualquier agente podría reaccionar anticipadamente a cualquier signo que impacte negativamente en la salud crediticia de las empresas.

Ofrece también objetividad y transparencia gracias a que tiene una vista imparcial de la salud crediticia de cualquier empresa que lista en bolsa, usando un modelo totalmente cuantitativo con la base de datos del mercado fundamental para llegar a este margen CDS y la probabilidad de impago. Además, proporciona una interacción muy sencilla de entender entre sus inputs y las salidas, dando la posibilidad de generar escenarios y sensibilidades fáciles de calcular.

Sin embargo, es importante recalcar que no todos los inversionistas tienen acceso a una terminal de Bloomberg. Es más, son muy pocos los que tienen la posibilidad o entienden cómo usarla, esto debido a sus altos costos de adquisición.

Afortunadamente, hoy en día en Colombia desde las universidades se está ampliando el conocimiento en esta plataforma. Muchas facultades están creando laboratorios financieros con terminales de Bloomberg. Mirando hacia un futuro mejor, es clave la educación financiera adecuada para profesionalizar el mercado y cada vez más aumentar la población con los conocimientos adecuados para usar este tipo de herramientas que hoy en día son desconocidos.

Esta es la puerta que queremos abrir con nuestra investigación y más aún en estos tiempos de revolución tecnológica en donde se hace necesario para el inversionista tener bases sólidas sobre la información que está leyendo en las herramientas como Bloomberg que le brinda un mundo de posibilidades y de formas de acceder a los datos necesarios para tomar decisiones.

Otro factor fundamental para recalcar del modelo es el CDS Spreads. Como se ha mencionado, los CDS es una medida muy importante para observar el riesgo asociado a cada activo, calculado en función de la probabilidad de impago. A través de este modelo, se ha logrado inferir, encontrar o crear herramientas para el uso en nuestro mercado Colombiano.

Para esta investigación se creó el índice COLCAP-CDS, que nos muestra un benchmark para comparar cualquier acción individualmente y ver si a través del tiempo el mercado exige una prima superior al mismo índice, lo cual puede compararse este análisis al del BETA de una acción.

Adicionalmente los CDS del COLCAP podrían ser una medida para encontrar la prima de mercado calculada en el modelo CAPM.

Es muy importante recalcar, que internacionalmente para las acciones uno puede encontrar márgenes CDS del mercado, los cuales gracias a su demanda y oferta van cambiando de valor. Desafortunadamente en Colombia es muy difícil encontrar que para nuestros emisores haya CDS negociándose internacionalmente. Por lo tanto, este modelo nos permite encontrar estos CDS teóricos que pueden servir como una referencia a la hora de mirar un espectro más grande y no sólo quedarse con un ranking asociado que nos muestran las calificadoras de riesgo tradicionales.

1.10 BIBLIOGRAFÍA

- Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609.
- Ampudia de Haro, F. (2014). Buen Trader, Buen Trading: Presencia y Regulacion de las Emociones en los Mercados Financieros. (Spanish). *Athenea Digital (Revista De Pensamiento E Investigación Social)*, 14(1), 237-261.
Doi:10.5565/rev/athenead/v14n1.1091
- Bachelier, L. (1900). Théorie de la Spéculation. *Annales Scientifiques de L'É.N.S.*,3(17), 21-86.
- Cortés, J.M, & Corzo, T. (2009). La eficiencia en los mercados financieros: una introducción a la cuestión. (Spanish). *Empresa y Humanismo*, 12(2), 81-106.
- Cerezo, E.C., Bielsa, M.C.,& Ramón, M.C.(2011). Medición del Riesgo de Crédito Mediante Modelos Estructurales: Una Aplicación al Mercado Colombiano. *Cuadernos De Administración (01203592)*, 23(42), 73-100.
- Enrique Gandini Gómez, G, & de los Rios Gutierrez, d. (2009). Eficiencia e información en el mercado de capitales: un análisis a través de la sincronía de precios y la teroria de los contratos. *Outlier*, 585-118
- Fama, E.1970." Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work" *The Journal of Finance*, v.25, 383-417
- Frankel, R.,and C.M.C.Lee.1998. Accountig Valuation, Market Expectation, and cross-sectional stock returns. *Journal of Accounting and Economics* 25 (June):283-319
- Garay, U. (2010). La Teoría Moderna de Portafolios: Nuevos desafíos y oportunidades. *Debates IESA*, 15(4), 12-17.

Grossman, S. y Stiglitz, J. (1980). On the impossibility of Informationally Efficient Markets.

The American Economic Review; 70(03), 393-408.

H. Markowitz, Portafolio Selection, *Journal of Finance*, Vol 7, P 91, 1953.

<http://www.uv.es/olmos/black-scholes.pdf>

<http://www.eafit.edu.co/revistas/revistamba/Documents/modelo-calificacion-crediticia-z-score.pdf>

<http://www.economia48.com/spa/d/proceso-ito/proceso-ito.htm>

<http://www.monografias.com/trabajos21/modelo-black-scholes-merton/modelo-black-scholes-merton.shtml#origen#ixzz4gcYdlcHj>

<http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/3101/1018407700-2012.pdf>

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lat/chanona_r_ma/capitulo5.pdf

Keynes, J.M. (1936). *Teoría General de la ocupación, el interés y el dinero*. México D.F: Fondo de Cultura Económica.

Malkiel, B.G.(2003).The Efficient Market Hypothesis and Its Critics. *Journal of Economic Perspectives*, 17(01), 59-82.

Merton, R. (1974). On the pricing of the corporate debt: the risk structure of interest rates. *Journal of Finance*, 29 (2), 449-470

Michaud R, Michaud R. *Efficient Asset Management: A Practical Guide To Stock Portfolio Optimization And Asset Allocation* [e-book]. New York: Oxford University Press; 2008. Available from: eBook Collection (EBSCOhost), Ipswich, MA. Accessed May 11, 2017.

- Piotrosky JD (2005): Value Investing: The Use of Historical Financial Statement Information to Separate Winners from Losers. *Journal of Accounting Research*, 38:1-41.
- RINALDO, C. (2017). La reglamentación europea en materia de agencias de calificación crediticia: perfiles de responsabilidad. (Spanish). *Revista De Derecho Privado*, (32), 353-381. doi:10.18601/01234366.n32.12
- Rivillas, C.S., Gutiérrez, W.R., & Gutiérrez Betancur, J.C. (2012). Estimación del riesgo de crédito en empresas del sector real en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 28:169-190. doi: 10.1016/S0123-5923(12)70221-8
- Samuelson, P.A. 1983. *Foundations of Economic Analysis, Enlarged Edition*, Harvard University Press.
- Tito-Añamuro, J. A. (2015). Corrupción Privada: Un Estudio De La Ausencia De Reglas De Derecho Privado, Desde El Caso Interbolsa. (Spanish). *Vniversitas*, (131), 433-466. doi:10.11144/Javeriana.vj131.cpea
- Villano, F.S. (2013). Artículo: Cuantificación del riesgo de incumplimiento en créditos de libre inversión: un ejercicio econométrico para una entidad bancaria del municipio de Popayán, Colombia. *Estudios Gerenciales*, 29:416-427. doi:10.1016/j.estger.2013.11.007
- Verona, M. C., & Déniz Mayor, J. J. (2011). Las agencias de rating y la crisis financiera de 2008. ¿El fin de un poder sin control? *Criterio Libre*, 9(14), 127–160
- Zurita, J., Martínez, J., & Rodríguez, F. (2009). La crisis financiera y económica del 2008. Origen y consecuencias en los Estados Unidos y México. *El Cotidiano*, 17–27. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/325/32512739003.pdf>