



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
ESCUELA SUPERIOR DE ECONOMÍA

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**MODELO DETERMINANTE ECONÓMICO-
FINANCIERO PARA ANTICIPAR LA
CONDICIÓN DE RIESGO DE INSOLVENCIA
EN EMPRESAS MEXICANAS.**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS ECONÓMICAS
PRESENTA
BENJAMÍN GUTIÉRREZ ZAPIÉN



MÉXICO D.F.

JUNIO DE 2014



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México siendo las 13:00 horas del día 19 del mes de mayo del 2014 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de la SEPI ESE-IPN para examinar la tesis titulada:
MODELO DETERMINANTE ECONÓMICO-FINANCIERO PARA ANTICIPAR LA CONDICIÓN DE RIESGO DE INSOLVENCIA EN EMPRESAS MEXICANAS.

Presentada por la alumno:

GUTIÉRREZ
Apellido paterno

ZAPIÉN
Apellido materno

BENJAMÍN
Nombre(s)

Con registro:

B	1	0	1	1	3	3
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS

Después de intercambiar opiniones, los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

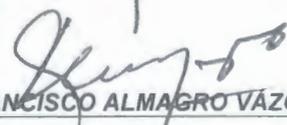
LA COMISIÓN REVISORA

Directores de tesis


DR. MIGUEL FLORES ORTEGA


DR. HUMBERTO BÓS BOLIVAR


DRA. ALICIA BAZARTE MARTÍNEZ


DR. FRANCISCO ALMAGRO VÁZQUEZ


DR. GERARDO ANGELES CASTRO


**S.E.F.
INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
E.S.E.
SECCION DE ESTUDIOS DE
POSGRADO E INVESTIGACION**
PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

DR. ADRIÁN HERNÁNDEZ DEL VALLE



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México, D.F. el día 19 del mes de mayo del año 2014, la que suscribe **BENJAMÍN GUTIÉRREZ ZAPIÉN** alumno del Programa de **DOCTORADO EN CIENCIAS ECONÓMICAS**, con número de registro **B101133**, adscrito a la **SEPI ESE-IPN**, manifiesta que es el autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del **DR. MIGUEL FLORES ORTEGA** y del **DR. HUMBERTO RÍOS BOLIVAR** y cede los derechos del trabajo titulado **MODELO DETERMINANTE ECONÓMICO-FINANCIERO PARA ANTICIPAR LA CONDICIÓN DE RIESGO DE INSOLVENCIA EN EMPRESAS MEXICANAS**, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso de la autora y/o director(es) del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección Virginia #46. Colonia Nativitas. Delegación Benito Juárez. México D.F. (C.P. 03500). Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.


D. EN C. (C) BENJAMÍN GUTIÉRREZ ZAPIÉN
Nombre y firma del alumno(a)

DEDICATORIA

A mi padre Julio Cesar Gutierrez López † a quien le debo lo que soy y fue el motor que me impulsó a realizar este proyecto y fue mi ejemplo a seguir.

A mi madre Violeta Zapien Jimeno por la fortaleza, apoyo, amor incansable y fé que siempre tiene en mí.

A mis hermanos Héctor y Cesar.

A mi familia Patricia Acosta Galicia, Abigail Gutierrez Acosta y Gabriel Gutierrez Acosta por la paciencia, cooperación, amor y comprensión durante este proceso donde soportaron días y noches sin mi compañía y siempre me apoyaron incondicionalmente.

A mi director de Tesis el Dr. Miguel Flores Ortega por su amistad y por haber creído en este proyecto al que le dedico parte de su tiempo y esfuerzo.

Al Dr. Humberto Ríos Bolívar y el Dr. Gerardo Ángeles Castro por el apoyo y orientación que me brindaron.

Al Instituto Politécnico Nacional, la Escuela Superior de Economía y a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación por la oportunidad que me brindaron para mi formación académica.

A todos los que se tomen el tiempo para leer esta tesis.

GRACIAS.

ÍNDICE

DEDICATORIA	ii
ÍNDICE	iii
ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICAS Y TABLAS	vi
GLOSARIO DE TÉRMINOS	viii
SIGLAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xiii
INTRODUCCIÓN	xv

CAPÍTULO 1. LA ESTRUCTURA FINANCIERA DE LA EMPRESA

1.1. Revisión de la literatura	01
1.2. Las Finanzas y el problema de la insolvencia	03
1.3. La crisis y las dificultades de insolvencia	08
1.4. Identificación de variables para evaluar problemas financieros	10
1.5. Selección de razones financieras como variables para determinar dificultades financieras	14

CAPÍTULO 2. EL MODELO KMV Y LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO

2.1. Antecedentes del modelo KMV	21
2.2. El modelo de Kealhofer, McQuown y Vasicek	29

2.2.1. Análisis del modelo KMV	29
2.2.2. Determinación de la Probabilidad de incumplimiento	30
2.3. Determinación de los indicadores del modelo KMV	33
2.3.1. Distancia de incumplimiento	34
2.3.2. Frecuencia esperada de incumplimiento	35
2.3.3. Relación de la distancia y la frecuencia esperada de incumplimiento	35

CAPITULO 3. EVALUACIÓN EMPÍRICA DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO EN EMPRESAS MEXICANAS A PARTIR DEL MODELO KMV

3.1. Selección para el análisis del riesgo crédito en empresas mexicanas	37
3.2. Metodología para determinar la distancia y frecuencia de incumplimiento con el modelo KMV	39
3.2.1. Distancia de incumplimiento	42
3.2.2. Frecuencia de incumplimiento esperada	43
3.3. Análisis de los resultados del modelo KMV	44
3.4. Determinación de la distancia de incumplimiento y la Frecuencia de incumplimiento esperada	50

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO DE PANEL DE DATOS PARA IDENTIFICAR LA FORTALEZA FINANCIERA DE EMPRESAS MEXICANAS AGRUPADAS EN SECTORES ECONÓMICOS

4.1. El modelo de panel de datos para identificar fortalezas financieras	60
4.1.1. El modelo de efectos fijos	65
4.1.2. El modelo de efectos aleatorios	66

4.1.3. La prueba de Hausman	68
4.2. El modelo datos de panel para identificar la fortaleza financiera	69
4.3. Estimación del modelo de efectos fijos	71
4.4. Estimación del modelo de efectos aleatorios	74
4.5. Prueba de Hausman para determinar el mejor estimador	75
4.6. Comentario al resultado obtenido en la estimación de datos de panel	76

CONCLUSIONES	xviii
---------------------	-------

BIBLIOGRAFÍA	xxi
---------------------	-----

ANEXOS	xxix
---------------	------

ÍNDICE DE FIGURAS, GRÁFICAS Y TABLAS

Figura 1.1	Fases del ciclo económico	11
Figura 2.1	Distribución del valor de los activos de la empresa a la fecha de vencimiento de la deuda	28
Figura 2.3	Relación de la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento	35
Gráfica 3.1	Evolución del precio de cierre del CETE a 28 días para el periodo 2005-2012	40
Gráfica 3.2	Rendimiento del precio de cierre del CETE a 28 días para el periodo 2006-2012	41
Gráfica 3.3	Distancia de incumplimiento de las empresas agrupadas por nivel de volatilidad	50
Gráfica 3.4	Frecuencia esperada de incumplimiento de las empresas agrupadas por nivel de volatilidad	53
Gráfica 3.5	Relación DD y EDF de empresas agrupadas por nivel de volatilidad	57
Gráfica 3.6	Relación EDF y DD de empresas agrupadas por nivel de volatilidad	57
Tabla 1.1	Clasificación de las razones financieras	18
Tabla 3.1	Empresas seleccionadas y el sector al que pertenecen	38
Tabla 3.2	Clasificación de las empresas por el nivel de volatilidad	45
Tabla 3.3	Valor de $\sigma_E, r, V_E, D, DPT, V_A, SigA$ de empresas clasificadas con Volatilidad σ_{EB}	46
Tabla 3.4	Valor de $\sigma_E, r, V_E, D, DPT, V_A, SigA$ de empresas clasificadas con Volatilidad σ_{EM}	47
Tabla 3.5	Valor de $\sigma_E, r, V_E, D, DPT, V_A, SigA$ de empresas clasificadas con Volatilidad σ_{EA}	48
Tabla 3.6	Resultados de la evaluación al modelo KMV	55
Tabla 4.1	Clasificación de las empresas por sector económico	62
Tabla 4.2	Matriz de Correlación de las razones financieras	69
Tabla 4.3	Estimación por mínimos cuadrados ordinarios	70
Tabla 4.4	Modelo de efectos fijos entre grupos sin variables dicotómicas	71

Tabla 4.5	Prueba de efectos fijos individual	72
Tabla 4.6	Prueba de efectos fijos con variables dicótomas	73
Tabla 4.7	Prueba de efectos aleatorios	74
Tabla 3.7	Prueba de Hausman	75

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Beneficio. Características tangibles o intangibles de un producto o servicio que tienen valor para el cliente.

Capital. Corresponde a los recursos financieros propios de uno o más agentes económicos para realizar una inversión o actividad.

Cobertura. Cobertura, en finanzas, (en inglés hedging o hedge) se llama al conjunto de operaciones dirigidas a anular o reducir el riesgo de un activo o pasivo financiero de una empresa o de un particular.

Commodity. La mercancía de cualquier producto destinado a su uso comercial, o bienes de consumo cuyo valor viene dado por el derecho del propietario a comerciar con ellos mediante un contrato establecido para la entrega a futuro.

Crisis. Es un cambio brusco o modificación importante en el desarrollo de algún suceso, las alteraciones son físicas o simbólicas.

Empresa. Organización o institución que se establece con el objetivo de crear valor mediante la producción o la prestación de un servicio.

Estrategias. Procedimientos, procesos y operaciones que se formulan para resolver una situación que permita obtener la solución más adecuada.

Fluctuaciones. Movimientos de alzas y bajas continuadas en el mercado.

Fracaso. Suceso lastimoso o funesto que lleva a resultados adversos a lo esperado.

Insolvencia. Incapacidad de cumplir con las obligaciones financieras en la fecha de vencimiento. Se dice que una empresa es insolvente si los activos no se pueden convertir rápidamente en efectivo para hacer frente las obligaciones de pago en el momento de vencimiento.

Instrumento de deuda. Obligación financiera que compromete al emisor a rembolsar la deuda de acuerdo a lo pactado entre el deudor y el acreedor.

Interés nominal. Corresponde a la tasa de interés que se fija en el momento de suscribir un instrumento financiero.

Interés real. Es el tipo de interés que toma en cuenta la pérdida de valor del dinero a causa de la inflación. Es la tasa de interés activa ajustada por inflación según el deflactor del PIB.

Inversión. Acción en la cual los agentes económicos deciden vincular recursos financieros líquidos a cambio de expectativas para obtener beneficios adicionales en un plazo denominado vida útil, u horizonte temporal del proyecto.

Inversionista. Agente económico física o moral que realiza operaciones de compra o venta de instrumentos financieros.

Modelo de predicción. Simplificación que imita fenómenos del mundo real que sirven para anticipar posibles escenarios o resultados de la realidad y comprender situaciones complejas y tomar decisiones con información.

Quiebra. Estado jurídico de una empresa que lleva a la suspensión de pagos y a la liquidación.

Razones financieras. Herramienta para obtener información de los estados financieros y ayudar al análisis de los puntos fuertes y débiles de un negocio.

Riesgo crédito. También se denomina riesgo de insolvencia o de default, es el riesgo que asume un acreedor de tener una pérdida económica como consecuencia de que el deudor deje de cumplir con sus obligaciones financieras.

Riesgo de mercado. La pérdida que puede sufrir un inversionista por la diferencia en los precios que se registran en el mercado o en movimientos de los llamados factores de riesgo como es la tasas de interés, tipos de cambio.

Tasa de interés. El precio del dinero; es el precio que paga el deudor por el uso del dinero que recibe como préstamo y será el costo que tendrá que pagar por el servicio.

Tasa de inflación. Refleja el aumento porcentual de los precios en un cierto período por la elevación sostenida de los precios de los bienes y servicios.

SIGLAS

ADM	Análisis Discriminante Múltiple.
AF	Apalancamiento Financiero.
AT	Activo Total.
CC	Capital Contable.
CETE	Certificado de Tesorería de la federación.
DB	Deuda Bruta.
DD	Distancia de Incumplimiento o Default Distance por sus siglas en ingles.
DPT	Punto de Incumplimiento o Default Point Termn por sus siglas en ingles.
EBIT	Utilidad antes de intereses e Impuestos o Equity Before Interest and Taxes por sus siglas en ingles.
EDF	Frecuencia Esperada de Incumplimiento o Expected Default Frequency por sus siglas en ingles.
KMV	Kealhofer McQuown y Vasicek.
LC	Liquidez Corriente.
PT	Pasivo Total.
PIB	Producto Interno Bruto
ROA	Rendimiento sobre los activos o Return Over the Asset por sus siglas en ingles.
SAS	Lenguaje de programación desarrollado que significa Serial Attached SCSI por sus siglas en ingles.
Sigma (V_A)	Volatilidad del valor de los activos de la empresa.
Sigma (V_E)	Volatilidad del valor de mercado de la empresa.
SPSS	Programa estadístico informático utilizado en las ciencias sociales y de investigación de mercado que significa Statistical Product and Service Solutions por sus siglas en ingles.
V_A	Valor de los activos de la empresa.
V_E	Valor de mercado de la empresa.

RESUMEN

En esta investigación se analizan las ideas y el método que se utiliza para la formulación del modelo que presentaron Kealhofer, McQuown y Vasicek (KMV) para el cálculo del riesgo de insolvencia; el análisis parte de la formulación original del modelo de riesgo crédito que desarrolló Robert Merton al que se le complementa la contribución de Vasicek y Kealhofer en relación al comportamiento de los activos y las obligaciones de la empresa para modificar la exposición al riesgo de insolvencia. En el análisis se utiliza la información anual para calcular la probabilidad y la distancia de incumplimiento y para cada caso se determino la frecuencia esperada de incumplimiento.

El estudio parte de un entorno de economía globalizada en la que se presentan constantes variaciones en la actividad económica y financiera, que influyen en la exposición de riesgo para cualquier actividad, sector, o mercado. Las empresas están expuestas a sufrir a consecuencia de los cambios económicos, problemas de insolvencia que están directamente relacionado con el nivel de apalancamiento con el que operan, para corroborar la hipótesis se realizó la evaluación de los resultados financieros para el periodo 2005 a 2012 y se aplicó el modelo KMV para establecer la exposición del riesgo de insolvencia a 17 empresas que son: Arca continental, Alfa, Grupo Alsea, América Móvil, Consorcio Ara, Grupo Aeroportuario del Sureste, Compañía Minera Autlan, Industrias Bachoco, Cemex, Corporación Interamericana de Entretenimiento, Controladora Comercial Mexicana, Corporativo Fragua, Grupo Mexico, Gruma, Grupo Herdez, Grupo KUO, Grupo Lamosa, Grupo Pochteca, Grupo Posadas, Grupo Radio Centro, Sare Holding, y Grupo Simec. El análisis se divide en tres grupos de acuerdo al nivel de exposición al problema de insolvencia.

Al estudio se le complementó el análisis de la fortaleza financiera de empresas mexicanas agrupadas por sectores económicos para una muestra de 63 empresas que cotizan en la bolsa mexicana de valores, permitiendo determinar con el uso de la herramienta de razones financieras el nivel de robustez financiero y el grado de correlación existente con el riesgo de insolvencia.

Mediante el apoyo del uso de la herramienta de panel de datos se estableció la relación que presentan los sectores económicos ante cambios en los mercados económicos en periodos de incertidumbre que determinan el nivel de exposición al riesgo de insolvencia en las empresas. A partir del poder explicativo del uso de las razones financieras los resultados permiten identificar el comportamiento de la empresa en función al sector económico en que se desempeñan. Se determinó la participación de las razones financieras seleccionadas en el comportamiento de la robustez financiera de las empresas de acuerdo al sector económico en que operan, la aplicación tradicional de las razones financieras es aislada y en este trabajo se da una explicación conjunta con ayuda de la econometría y con la técnica de datos de panel incorporando la robustez financiera de las empresas a través de la asignación de la fortaleza financiera.

ABSTRACT

This investigation analyze the ideas and the method used to formulate the model presented by Kealhofer, McQuown and Vasicek (KMV) to calculate the risk of insolvency; the analysis start with the original formulation of credit risk model developed by Robert Merton to which is complemented with the contribution of Vasicek and Kealhofer in relation to the behavior of the assets and liabilities of the company to modify the exposure of insolvency risk. In this research it used the financial annual reports to calculate the probability of default and the distance to default for each case to determinate the expected default frequency.

The study initiate in a environment where a globalized economy present constant changes in economic and financial activities, who reflect the effect of changes and the influence of the risk exposure to any activity, sector or market. Companies are exposed to suffer the consequences of the economic changes in insolvency problems that are directly related with the leverage level that operate. To corroborate the hypothesis implemented, evaluation of financial results was performed for the period 2005-2012 and applied the KMV model to establish the risk of insolvency exposure to 17 companies like: Arca continental, Alfa, Alsea Group, America Movil, Ara group, Aeroportuario del Sureste Group, Autlan mining company, Bachoco Industries, Cemex group, Interamerican Entertainment Corporation, Comercial Mexicana Controller, Fragua Corporate, Mexico Group, Gruma, Herdez Group, KUO Group, Lamosa Group, Pochteca Group, Posadas Group, Radio Centro Group, Sare Holding and Simec Group. The analysis is divided into three groups according to the level of exposure to the insolvency problem.

The study was complemented analyzing the financial strength of Mexican companies grouped by economic sector for a sample of 63 companies listed on the Mexican stock exchange, allowing to determinate the use of the tool of financial ratios to establish the level of financial strength and the degree of correlation with the insolvency risk.

By supporting the use of the panel data tool shows the relationship of economic sectors to changes in economic markets in periods of uncertainty that determine the level of exposure to the risk of insolvency in established companies. By the explanatory power of financial ratios the results allow to identify the behavior of the company according to the economic sector in which they work. The involvement of financial ratios selected in the behavior of the financial strength of the companies according to the economic sector in which they operate is determined, the traditional application of financial ratios is isolated and in this work looks for a joint explanation using the given econometrics and the panel data technique incorporating the financial strength of the companies through the allocation of financial strength.

INTRODUCCIÓN

Para los inversionistas es fundamental la toma de decisión para la selección de un adecuado apalancamiento, para realizar este proceso la empresa tiene la alternativa de recurrir al sistema financiero y hacerse de este recurso pero debe de tomar la mejor decisión con la mayor certidumbre para que la exposición al riesgo no afecte a la empresa en el futuro. Una de las características que se observan en la actividad económica es la presencia de incertidumbre que se refleja en la exposición del riesgo, condición que tiene consecuencias en la empresa y las organizaciones financieras.

La teoría económica se ha orientado el estudio de las condiciones que permiten el correcto funcionamiento de los mercados, sin manifestar interés particular por estudiar el grado de exposición al riesgo que el sistema económico incorpora a las empresas. Todas las empresas se comportan como un agente económico racional el que responde de forma automática a las señales del mercado, la relación convencional entre oferta y demanda cuando se relaciona con la estructura financiera de la empresa no toma en cuenta la exposición del riesgo de las decisiones de endeudamiento que es uno de los factores que conducen a una empresa a problemas de insolvencia, un punto a analizar es establecer las reglas y estrategias de apalancamiento y su relación con el problema de insolvencia que en caso extremo conlleva a la quiebra.

Las empresas mexicanas que cotizan en la bolsa mexicana de valores no están exentas de caer en problemas de insolvencia y su estructura financiera con relación a su giro y actividad implica un nivel de riesgo para cada una de las empresas que se ven expuesta a un riesgo más elevado, lo que conduce a determinar adecuadamente el nivel de riesgo que tendrán sobre su evolución futura, para lograr esta adecuada gestión se debe analizar al costo real de la deuda, la naturaleza del endeudamiento y la actitud ante el riesgo, por esto, al estudiar el modelo KMV que se basa en el modelo que desarrollo Robert Merton (1974) para valorar opciones de compra europeas que fijan como objetivo establecer parámetros que permitan controlar el nivel de exposición al riesgo por medio de la probabilidad de incumplimiento y la distancia de incumplimiento, la frecuencia de incumplimiento esperada está en función del giro y la actividad empresarial porque

considera el valor de mercado de los activos, el valor de la deuda y una tasa libre de riesgo; con esta información la investigación establece a partir de los resultados del modelo una referencia para el caso de problemas de insolvencia.

El objetivo de este trabajo es medir y analizar mediante el modelo de Kealhofer, McQuown y Vasicek el grado de riesgo y su distancia de incumplimiento de las empresas mexicanas para el periodo de 2005 a 2012 y ofrecer al inversionista información en la toma de decisiones para evitar problemas de insolvencia.

La hipótesis que se propone demostrar en este trabajo es, sí al aplicar el método de valuación de Kealhofer, McQuown y Vasicek a empresas mexicanas que cotizan en la bolsa de valores se determina el nivel de exposición al riesgo con la probabilidad y la distancia de incumplimiento, entonces el inversionista contará con información relevante para tomar decisiones de inversión con mayor certidumbre ante situaciones de crisis en la economía.

La metodología del estudio inicia con la conformación de la base de datos de los estados financieros de las 17 empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores que corresponden a la muestra y se utiliza el periodo 2005-2012 para analizar el comportamiento del riesgo crédito mediante el modelo KMV y validar el nivel de exposición al riesgo por medio del cálculo de la distancia de incumplimiento y la probabilidad de incumplimiento así como la frecuencia de ocurrencia. Después, un análisis complementario se realizó con el apoyo del análisis de panel de datos y el uso de técnicas econométricas de las series de información financiera de 63 empresas mexicanas para determinar razones financieras que confirman el grado de robustez y su comportamiento en sectores económicos que determinan el grado de fortaleza que tienen las empresas seleccionadas.

El trabajo se estructura en cuatro capítulos, en el primer capítulo se estudia la revisión a la literatura existente de las finanzas corporativas, las crisis, el problema de insolvencia y las técnicas utilizadas para determinar la condición de insolvencia en las empresas; el

segundo capítulo estudia los antecedentes al modelo KMV y se analizan los determinantes de la probabilidad de incumplimiento para establecer la distancia y la frecuencia esperada de incumplimiento; en el tercer capítulo se presentan los resultados obtenidos al aplicar el modelo KMV a 17 empresas mexicanas que cotizan en bolsa y se analizan los resultados obtenidos; en el cuarto capítulo se presenta los resultados al modelo econométrico de datos de panel aplicado a un conjunto de 63 empresas mexicanas para conocer el comportamiento de las razones financieras y determinar la robustez financiera de las empresas; por último, se presentan las conclusiones de la investigación y los principales hallazgos.

CAPÍTULO 1. LA ESTRUCTURA FINANCIERA DE LA EMPRESA

En este capítulo se hace una revisión a las técnicas de análisis con que las que la empresa evalúa la información financiera para determinar condiciones que limitan su actuar en el campo económico y de las finanzas de la empresa, se hace una revisión de la literatura existente sobre el tema y los relacionados con los ciclos económicos asociado a perturbaciones en los mercados que conllevan al estudio de problemas de insolvencia en las empresas y las causas que originan esta condición. Para entender los elementos en la valuación y gestión del riesgo a partir de la información contable del balance general y los estados de resultados es necesario establecer indicadores que permitan determinar la situación económica de la empresa a partir de la selección adecuada de las razones financieras para determinar si existen dificultades financieras.

1.1. Revisión de la literatura

En la revisión de las contribuciones a los problemas de insolvencia empresarial los trabajos encontrados muestran una evolución que parte de la identificación de situaciones de dificultades financieras hasta buscar el objetivo de predecir condiciones con problemas críticos para realizar acciones correctivas.

Los estudios realizados por Edmister (1972), Blum (1974), Libby (1975) y Wilcox (1973) presentan la técnica estadística del Análisis Discriminante Múltiple o ADM que permite describir la relación que existe entre el conjunto de variables seleccionados sobre lo que se observan n variables discriminantes y compara las medias de las n variables clasificándolas en g grupos, de existir diferencias significativas se asignaran nuevas observaciones agrupado con variables no consideradas en la muestra para compararla con el grupo analizado para explicar en qué sentido se dan las variaciones y proporcionar procedimientos de asignación sistemática de nuevas variables que ofrezcan mejor explicación al fenómeno estudiado utilizando para ello los valores en las n variables clasificadoras; debido a las características que utiliza este modelo la técnica fue criticada por intentar adecuar el modelo a casos particulares.

Foster (1986) demostró que al incluir variables macroeconómicas al modelo ADM se incrementa el nivel de predicción y clasificación. También Rose, Andrews y Giroux. (1982) demostraron que al incluir variables macroeconómicas en el análisis se obtiene una correlación directa con el riesgo de insolvencia mediante la inclusión de indicadores económicos utilizados en la teoría económica.

Laffarga, Martín y Vázquez (1985a, 1986a, 1986b) emplearon en el análisis la información que se encuentra en los estados financieros de la empresa clasificando el estudio en cinco bloques de información financiera que representan el beneficio, el flujo de efectivo, el activo y el pasivo, el patrimonio neto y el fondo de maniobra. Con esta información elaboraron un conjunto de razones financieras que clasificaron el grado de importancia estadística de cada variable.

Los trabajos realizados por Stein y Ziegler (1984), Ohlson (1980), Whittred y Zimmer (1984), Keasey y Watson (1988) utilizan para el análisis de problemas de insolvencia información de datos no contables como por ejemplo: el efecto del comportamiento de los administradores sobre el problema de insolvencia, la existencia de salvedades en el informe de auditoría y la demora en la publicación de los informes financieros. El estudio de Grunert (2005) muestra la utilidad de incluir variables cualitativas como son: la edad, el tipo de negocio, el sector y combinan esta información con las razones financieras contables. Para McGahan y Porter (1997) y Rumelt (1997) los factores exógenos son los que mejor explican el problema de insolvencia. Los factores que se consideran en el estado de resultados son: los cambios de la estructura de la demanda, los gustos de los consumidores, la rivalidad entre los competidores actuales y futuros, el declive de la demanda, la incertidumbre tecnológica. En el trabajo de Calvo-Flores, Madrid y García (2006) se encontró que utilizan factores del ámbito interno del riesgo como: la dirección, la débil posición tecnológica, la poca actividad y calidad en la innovación como variables que influye y describen condiciones de problemas de insolvencia. Bechetti y Sierra (2003) incluyen en su investigación variables relacionadas con la estrategia de la organización, la posición de la competitividad en el mercado, el grado de concentración

del mercado o el nivel de exportación incorporando dependencia bancaria y dependencia de los grupos de empresas para representar rasgos institucionales y la capacidad predictiva del modelo mejorando los resultados obtenidos.

La evolución de las metodologías que se utiliza para el análisis a problemas de insolvencia en las empresas muestra una tendencia a minimizar las restricciones de los modelos y mejorar la forma de medir la importancia de las variables que se utilizan en el estudio, un ejemplo es la aplicación de muestras específicas de sectores económicos, empresas homogéneas con variables significativas como el tamaño, el ciclo de vida entre otros. Los estudios que se revisaron muestran la escasa incorporación de variables de naturaleza cualitativa y se relaja el rigor metodológico y la validez del estudio que se debe observar a partir de parámetros como la correlación entre variables y la heteroscedasticidad de los residuos.

1.2. Las Finanzas y el problema de la insolvencia

La investigación en el campo de las finanzas data desde el siglo XIX, cuando los administradores se esforzaban por controlar los libros de contabilidad y buscar financiamiento en el momento necesario. A principios del siglo XX la empresa se constituye, se expande, se fusionan y surge la idea de emitir acciones y obligaciones financieras a gran escala para que los empresarios se capitalizaran, naciendo la estrategia de financiamiento en los mercados financieros. En la década de los años cuarenta se vivió la segunda guerra mundial que cambio las reglas del juego para promover el desarrollo económico, por varias décadas no se dan cambios importantes en la estructura de las finanzas corporativas y se mantiene una tendencia hacia la práctica de limitar los créditos para estimular al sector financiero. En la década de los años sesenta se identificó un movimiento para el análisis teórico esforzándose para evaluar las decisiones para elegir los activos y pasivos necesarios para maximizar el valor de la empresa, en este periodo la planificación y el control comienzan a tomar importancia predominante en los presupuestos, el capital y la tesorería de la empresa.

La empresa basa su administración y control sobre las salidas y entradas de los flujos monetarios, de inversión en capital o fuerza de trabajo y tanto el balance general como el estado de resultado son elementos de control que la empresa debe utilizar para la adecuada administración. Las decisiones de gestión al momento de comprar, vender, dar crédito o solicitarlo dependen de la situación financiera en que se encuentra a través de la administración responsable que le permitirá obtener el mayor rendimiento sobre los recursos invertidos para cumplir con las obligaciones financieras y lograr los objetivos establecidos por los inversionistas.

Modigliani y Miller (1958) presentaron formalmente la teoría de las finanzas corporativas y el modelo de la estructura de capital bajo el supuesto que considera que no hay fricciones en los mercados, no hay impuestos, costos de transacción y costos por quiebra, que las empresas emiten deuda libre de riesgo y se prestan a la tasa libre de riesgo, los inversionistas presentan iniciativas homogéneas, los flujos son perpetuos y sin crecimiento; a pesar de que en la realidad los mercados se comportan contrariamente al modelo de Modigliani y Miller este estudio permitió que se relajaran los supuestos para dar paso al análisis de las finanzas corporativa incorporando el análisis de la asimetría en la información y la gestión del riesgo.

Shapiro y Sheldon (2000) retoman la teoría de la agencia de Jensen y Meckling (1976), que argumenta la existencia de la separación entre los propietarios de la empresa y los directores, también considera las decisiones que maximizan el valor de mercado de la empresa para definir las estrategias de financiamiento y el control de los recursos. Los objetivos que persiguen las finanzas de la empresa es analizar la actividad económica y financiera utilizando la información que generan para vigilar la posición, la salud y la estructura financiera que tiene para determinar las necesidades financieras y productivas que fomente una adecuada gestión de los activos de la empresa y crear valor.

Ross (2002) y Besley (2001), consideran que el objetivo de la empresa es la maximización del valor de mercado para los accionistas. Para lograr este objetivo se debe evaluar las mejores decisiones de inversión, la estructura de financiamiento, la política de

dividendos, la minimización de costos de operación para lo cual se requiere optimizar el uso de los recursos adecuadamente.

La teoría financiera que se encarga de la valuación y la gestión del riesgo analiza el momento de ocurrencia y la naturaleza del riesgo para alcanzar el objetivo del empresario que es la máxima creación de valor y la salud financiera de la empresa con un enfoque moderno que concilia la posibilidad de establecer beneficios corporativos y oportunidades de empleo para los trabajadores. El valor de cualquier empresa cotice o no en bolsa tiene un valor de mercado que corresponde a la suma del valor de mercado de las acciones más el valor de mercado los pasivos. La estructura financiera de una empresa se reporta en el balance general y de ahí se determina el valor en libro de la empresa. En el estado de resultados se obtienen la utilidad o la pérdida de ventas y los gastos de operación, así como los gastos y productos que no corresponde a la actividad principal del negocio para obtener el valor neto que al restarle la utilidad bruta se determina la utilidad o pérdida del ejercicio compuesta por la suma de los gastos de venta, gastos de administración y gastos financieros menos la utilidad bruta de los gastos de operación; el valor de la utilidad o pérdida del ejercicio debe coincidir en el estado de pérdidas y ganancias y el balance general para conocer el aumento o disminución del capital corriente y al acumularlo a ejercicios anteriores determina el capital social de la empresa, por lo que el empresario debe entender la estructura financiera que tiene la empresa para aprovechar los recursos disponibles que le permitirán generar flujos de reinversión para los accionistas, trabajadores, clientes, proveedores, acreedores, el estado, la sociedad en general y obtener la mejor alternativa de inversión, para una mayor entendimiento de la estructura del balance general y el estado de resultados véase el anexo 1.

La estructura financiera con que cuenta la empresa cotice o no en bolsa le permite conocer en cada instante el valor de mercado y identificar el efecto que ejercen buenas o malas decisiones, una técnica para conocer el valor actual de la empresa y el efecto de las decisiones es el denominado *valor presente* que utiliza información financiera histórica para determinar la situación actual y con esto realizar inferencias a eventos y acciones que la empresa realice en el mediano plazo.

El valor presente se representa en forma matemática por:

$$F = P(1 + i)^n \quad (1.1)$$

y equivale a

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (1.2)$$

donde:

- F - La suma futura al final de n períodos
- i - Es la tasa de interés mayor que cero y menor que 1 definida para el período
- P - Es la suma de capital en el instante cero
- n - Es el número de períodos

El valor del dinero depende del tiempo como lo refiere la ecuación 1.2 y del momento en que se considere, esto es, un peso hoy es diferente a un peso dentro de un mes o dentro de un año.

La tasa de interés representa el costo por el uso del dinero y se ve afectada por la inflación que mide el aumento del nivel general de precios con ayuda de la canasta familiar; el efecto se refleja en la pérdida del poder adquisitivo de la moneda, a mayor inflación mayor pérdida del poder adquisitivo por lo tanto la inflación reduce la tasa de interés nominal a una real, cuando la inflación crece la tasa de interés que se cobra por el dinero tiene que crecer para mitigar el efecto de la inflación.

La relación de estos componentes para determinar la tasa de interés nominal, no es aditiva sino multiplicativa y se representa por la siguiente expresión:

$$i_c = [1 + i_r] * [1 + i_f] * [1 + i_\theta] - 1 \quad (1.3)$$

donde:

- i_c – Tasa de interés nominal
- i_r – Tasa de interés real
- i_f – Tasa de inflación

i_θ – Componente de riesgo

Valor presente:

$$VP = \sum_{j=1}^N \frac{I_j}{(1+i)^j} = \frac{I_1}{[1+i]} + \frac{I_2}{[1+i]^2} + \frac{I_3}{[1+i]^3} + \dots \quad (1.4)$$

donde:

I_j – Suma del periodo j

i – Tasa de descuento

j – Periodo

La expresión 1.4 indica que cuando el valor de n es muy grande corresponde a una serie perpetua de ingresos iguales a C y el valor presente se calcular por la expresión que es equivalente a una suma infinita.

$$P = \frac{C}{i} \quad (1.5)$$

Cuando las sumas de dinero futuras experimentan un crecimiento porcentual de g , a partir de una suma uniforme C , la expresión de 1.5 queda modificada así:

$$P = \frac{C}{i-g} \quad (1.6)$$

Esto será de utilidad para calcular el valor residual.

Con esta fórmula se obtiene el valor presente de la empresa permitiendo mostrar la situación financiera de la empresa y con esto realizar decisiones de inversión frente a necesidades de corto plazo para analizar opciones estratégicas de los recursos, financiamiento y aumento de los ingresos. En este contexto un adecuado análisis de los activos con problemas financieros representa una gran oportunidad para evitar dificultades financieras y riesgos inherentes a la falta de liquidez, así como determinar y

aprovechar las opciones disponibles. Entender la manera en cómo identificar activos con estrés financiero permite adecuar estrategias preventivas para un programa de inversión y reestructuración que asegure el éxito de la empresa en el largo plazo.

El estrés financiero se relaciona con el nivel de riesgo y volatilidad, dando inicio a problemas asociados con la falta de liquidez y el aplazamiento en el cumplimiento de las obligaciones sobre créditos contraídos, por tanto existe probabilidad de insolvencia que genera una condición de crisis que conducen a dificultades de insolvencia.

1.3. La crisis y las dificultades de insolvencia

Las fluctuaciones económicas a nivel mundial afectan los compromisos financieros, el nivel de apalancamiento y las negociaciones que tenga una empresa con instituciones bancarias impactando el grado de exposición al riesgo de incumplir compromisos financieros cuando la empresa tiene niveles de apalancamientos elevados y márgenes de utilidad bajos. Esta condición provoca que la volatilidad de los mercados financieros se eleve generando incertidumbre que lleva a fenómenos de crisis económica regional que de continuar en el mediano plazo alcanzará magnitudes de carácter mundial lo que da como resultado a recesiones económicas de los sectores productivos, este escenario de recesión forma parte del fenómeno denominado ciclos económicos. En este contexto, los inversionistas que participan en los mercados financieros deben asumir un horizonte de corto plazo para disertar estrategias de inversión que les permitan enfrentar la volatilidad del mercado que cuando alcanza niveles elevados provoca la contracción de los recursos financieros que las instituciones financieras y los prestamistas ofrecen para el financiamiento de las empresas con las cuales les permitirá enfrentar los efecto de incertidumbre de los mercados; cuando la volatilidad se encuentra por debajo del nivel de confianza que fijan las instituciones financieras la disponibilidad de los recursos se reduce al igual que la disponibilidad de financiamiento y la liquidez disponible para las empresas, esta condición lleva a un incremento en el costo de financiamiento de los recursos.

El efecto de la globalización incrementa el nivel de la volatilidad en los mercados financieros y las instituciones encargadas de otorgar créditos reaccionan en correspondencia disminuyendo el otorgamiento de financiamiento elevando las tasas de interés; este fenómeno tiene un efecto global sin embargo el mayor impacto se observa en países en vías de desarrollo que enfrentan condiciones adversas como el efecto de depreciación monetaria o créditos que se adquieren en moneda diferente a la del país lo que hace insuficiente atender el refinanciamiento de la deuda contraída por las empresas con instituciones financieras. Las investigaciones de Reille y Forster (2008) afirman que el 70% de los préstamos internacionales están denominados en monedas fuertes y el tipo de cambio de la moneda nacional frente al dólar ha fluctuado considerablemente en los últimos diez años lo que muestra que el riesgo se ha trasladado a los deudores. En los casos en que los préstamos internacionales están denominados en moneda nacional los prestatarios de América Latina ejercieron opciones de convertir esos préstamos en moneda nacional a dólares sin considerar el entorno económico y sin tomar en cuentas las medidas precautorias o adecuadas consideraciones en función a la información histórica, presente y futura de las condiciones de la empresa. La toma de decisiones en las finanzas empresariales involucra procesos de delicada importancia y complejidad, los cuales se atenúan cuando las decisiones se sitúan en periodos de alta incertidumbre e inestabilidad económica que exige contar con la suficiente capacidad de previsión.

En el caso de pequeñas empresas, el propietario es el encargado de administrar los recursos y tomar las acciones que incrementa las utilidades de la empresa, pero para las empresas grandes lo normal es que los propietarios deleguen esta actividad a un directivo, o equipo de directivos. En este sentido tanto empresas pequeñas como grandes deben actuar en armonía con los intereses de la empresa tomando en consideración el propósito que persigue la teoría financiera que tiene el objetivo de maximizar el valor actual de la inversión y reducir la asimetría en la información para la adecuada toma de decisiones.

Se dice que existe información asimétrica en un mercado cuando una de las partes que intervienen en una negociación no cuenta con la misma información que la otra sobre lo que se negocia condición que destruye la premisa de un mercado eficiente y que conduce

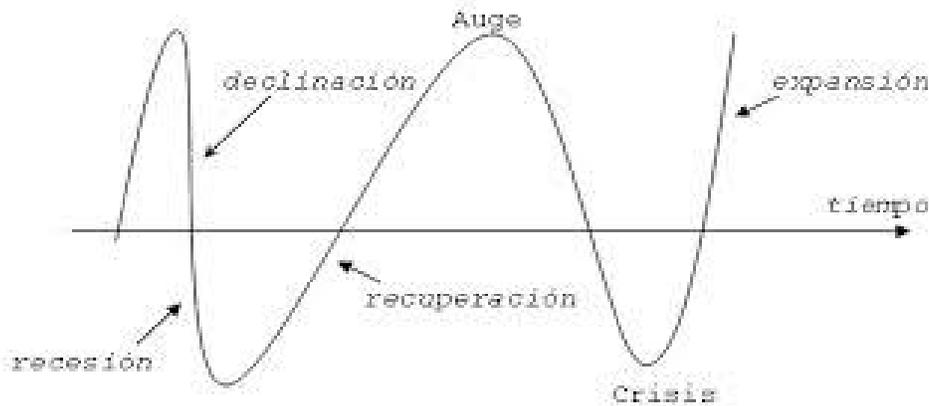
a una falla de mercado que proporciona un resultado económico ineficiente. Toda empresa se debe adaptar al mercado cuando existe asimetría en la información, y donde la incertidumbre siguen una distribución normal; estas distorsiones hacen que los directivos busquen objetivos diferentes a los que asume la teoría de las finanzas corporativas, la asimetría origina incertidumbre en el mercado por la dificultad que produce una toma de control hostil y la incapacidad de descifrar las señales que el mercado envía. Ambos aspectos difieren para la toma de control de la empresa y aumentan la inseguridad de los directivos en la toma de decisiones, lo que hace indispensable utilizar la información que la empresa captura de los mercado a través de la información contable para determinar las acciones a realizar ante esta asimetría y identificar las variables que determinan la condición de incertidumbre en el mercado financiero que conducen a los problemas de insolvencia.

1.4. Identificación de variables para evaluar problemas financieros

Para identificar las variables que dan origen a problemas financieros de insolvencia en las empresas, se debe introducir las causas exógenas que generan disturbios en los mercados económicos de una empresa.

La teoría de los ciclos económicos permite realizar aproximaciones teóricas que explican las raíces exógenas que conducen a problemas de insolvencia en las empresas; en la literatura se denominan ciclos económicos, ciclos comerciales o fluctuaciones cíclicas de la actividad económica a las oscilaciones recurrentes de la economía en las que en una fase de expansión le continua una de contracción, seguida nuevamente por otra expansión y así sucesivamente, la figura 1.1. muestra el proceso del ciclo económico y las etapas que lo conforman.

Figura 1.1. Fases del ciclo económico



Fuente: <http://www.encyclopediainanciera.com/teoriaeconomica/macroeconomia/ciclo-economico.htm>

Los ciclos económicos son fenómenos específicos de las economías basadas en el dinero y la actividad comercial, en las que la actividad económica está organizada mediante empresas que buscan maximizar la función de utilidad.

Wesley Mitchell (1946) y Schumpeter (1939) analizaron las características de las fluctuaciones económicas que explican el desarrollo cíclico y las fases consideradas como principios básicos de la teoría de los ciclos económicos, explicaron los factores o variables que tienen correlación directa o inversa con las fluctuaciones cíclicas. Entre las variables exógenas o inducidas que agudizan o suavizan las oscilaciones y que son controladas están las políticas de ajustes económicos que funcionan como motores del ciclo económico. Otra aportación fue el utilizar un instrumental matemático y metodológico que ofrece una explicación alternativa a la gran Depresión de 1929, que golpeó a Estados Unidos y al resto del mundo.

El economista Holandés J. Van Gelderen (1913) desarrolló la teoría de los ciclos económicos largos postulada a partir de las variaciones de los precios y la apreciación que da origen a ciclos económicos de ondas largas y dio una explicación de orden interno económico para la formación de nuevas ramas industriales o la modernización tecnológica.

Ludwig von Mises (1912) fue uno de los precursores de la teoría austriaca que habla sobre ciclos económicos donde se demostró la imposibilidad del socialismo y los peligros potenciales inherentes a las políticas del estado del bienestar.

La teoría Marxista desarrollada por Carl Marx (1863-1894) retoma las consideraciones de los economistas clásicos como Adam Smith, David Ricardo utilizando conceptos clásicos como la composición orgánica del capital y la plusvalía. Marx desarrolló una teoría que ofrece conceptos y definiciones que dan una explicación relativa al proceso de los ciclos económicos en los momentos de expansión y contracción. Los ciclos económicos representan fluctuaciones en la economía con características de perturbación e impacto de las variables como el producto agregado, producto sectorial, la utilidad de la empresa, los agregados monetarios, la velocidad del dinero, las tasas de interés de corto plazo y el nivel de precios que se comportan conjuntamente de modo sistemático. Las teorías de los ciclos económicos que ofrece la literatura tienen diferentes orígenes y enfoques que analizan los efectos, las magnitudes, las correlaciones directas en un periodo para determinar el grado de vulnerabilidad de los sectores productivos y las condiciones de insolvencia y de crisis de las empresas.

Louis Bachelier (1900) hizo una contribución a la teoría de los ciclos económicos con su teoría de la especulación proponiendo que las fluctuaciones en los precios seguían un paseo aleatorio sin componentes cíclicos, Bachelier fue pionero en el estudio de las matemáticas financieras y del proceso estocástico; fue de los principales matemáticos que discutió el uso del movimiento geométrico browniano para evaluar las opciones financieras, en el que utiliza a las matemáticas para el estudio de la economía.

Los estudios de problemas de insolvencia se encuentran en la investigación realizada por Smith y Winakor (1935) quienes utilizan razones financieras con datos contables de la empresa para establecer condiciones de insolvencia con resultados que demuestran imperfección en el uso de las razones financieras como medidas de pronóstico para identificar problemas de insolvencia dividiéndolas en empresas con buena salud financiera y empresas con situaciones de insolvencia. En la década de los años 60,

Tamari (1966), Beaver (1967) y Altman (1998) retoman los estudios de Smith y Winakor y en su investigación utilizan herramientas estadísticas y matemáticas para establecer nuevas condiciones de pronóstico para identificar problemas de insolvencia.

Una forma de seleccionar modelos estadístico asociado a problemas de insolvencia radica en contemplar la adecuada capacidad predictiva de cada una de ellas y la importancia que asocien los modelos para establecer diferencias en cuanto a la capacidad predictiva de las razones calculadas con la información financiera de la empresa. Dietrich (1984), desarrolló un método de pronóstico para dos tipos de problemas de insolvencia: En el primero determina la validez informativa del contenido de los datos contables midiendo la relación entre las diferentes razones financieras utilizadas y el riesgo de que estas variables no expliquen la posición futura del grado de solvencia de la empresa; y el segundo generando mecanismo para predecir problemas de insolvencia empresarial mediante la correlación existente entre las razones financieras con información de datos contables como variables independientes y la situación de solvencia futura de la empresa como variable dependiente. Altman (1998) retomó el estudio de Dietrich y elaboró el modelo Z-score estableciendo un nivel de confianza del 87% con respecto al modelo de Dietrich y pronosticando problemas de insolvencia en la empresa hasta un año antes de que se presente la condición de crisis. Por su parte Beaver (1966) obtuvo un nivel de confianza del 97% con el uso del modelo estadístico del análisis univariable.

Para la década de los 80 y 90, autores como Ohlson (1980), Gentry y Newblody (1985), Mora-Enguános (1994), Fisher Black y Robert Merton (1973), Almeida y Siqueira (1997) elaboraron investigaciones sobre problemas de insolvencia y utilizaron modelos que se distinguen por la complejidad en la selección de datos para incrementar la precisión en el pronóstico de la probabilidad de insolvencia de las empresas; en especial el modelo de Black-Scholes-Merton con la teoría de la valuación de opciones reales.

Los estudios que analizan modelos aplicados a razones contables-financieros, los estadísticos de máxima verosimilitud y los más avanzados aplicados a teoría de juegos, tienen un mismo objetivo: determinar y predecir probabilidades a problemas de

insolvencia y encontrar patrones de preferencias generando herramientas eficientes para la mejor toma de decisiones. El uso de las razones financieras tiene el objetivo de determinar magnitudes a valores contables y establecer medidas de control, sin embargo hay razones contables que por la naturaleza de análisis no ofrecen la referencia de estudio a problemas de insolvencia lo que obliga a establecer aquellas razones financieras encontradas en la literatura a problemas de insolvencia utilizadas para el pronóstico de esta condición.

1.5. Selección de razones financieras como variables para determinar dificultades financieras

Las razones financieras son relaciones o coeficientes de dependencia que se obtienen al comparar las cifras de dos o más conceptos de la base de datos de los estados financieros. Tanto los estados financieros estáticos como los dinámicos y el uso de las razones financieras se analizan desde tres enfoques: El primero es desde la naturaleza de los datos que incluyen las razones estáticas cuando el antecedente procede del balance general para el caso de razones estáticas y las razones de flujos cuando proceden del estado de resultados y del estado de cambios en la posición financiera; el segundo es por su significado que se interpreta en términos financieros, de rotación y cronológicos; y el último es por su aplicación u objetivos que refiere al tipo de factor que se quiere medir con la rentabilidad, la creación de valor, la solvencia y la liquidez.

La mejor decisión de inversión es aquella que responde eficientemente ante la asimetría en los mercados económicos para garantizar en el largo plazo que la empresa sea eficaz en la administración de los recursos y eficiente en la misión por la que fue constituida y para que esto se pueda llevar a cabo el empresario dispone de métodos y herramientas para evaluar cómo responde en cualquier periodo de los ciclos económicos; para esto, debe analizar la situación en el pasado para apreciar la verdadera situación que corresponde a las actividades, en el presente para realizar cambios en bien de la administración y en el futuro para realizar proyecciones para el crecimiento de la organización.

La información de los estados financieros de una empresa son el balance general y el estado de resultado o estado de pérdidas y ganancias son útiles para el análisis financiero y para evaluar la capacidad que tiene la empresa para generar flujos positivos derivados de los hechos económicos. Las razones financieras que surgen de los estados financieros son instrumentos contables utilizados por las empresas para medir eficazmente el comportamiento que tiene la empresa ante la situación económica y financiera y permite precisar el grado de liquidez, de rentabilidad, de apalancamiento financiero, cobertura de intereses y todo lo que tenga que ver la actividad de la empresa.

De acuerdo con Gremillet (1989) los primeros estudios sobre razones financieras se atribuyen a Lucas de Paccioli (1440-1515) quien introdujo las técnicas contables como la partida doble y el uso de razones financieras, posteriormente, los banqueros norteamericanos las adaptaron a técnica de gestión bajo la dirección de Alexander Wall Rosendale (1980) quien publicó en la revista Bankers Magazine un formato para el llenado de información contable al aplicar el uso de razones financieras como la razón de activo circulante y medidas para determinar el valor del crédito de la empresa.

Fitzpatrick (1932) realizó investigaciones en torno a las razones financieras con modelos financieros para predecir quiebras, posteriormente Arthur Winakor, Raymond Smith (1935), Charles Merwin (1942) destacaron el hecho de representar el primer paso para sistematizar un conjunto de razones financieras para describir el fracaso financiero únicamente a través de esta herramienta. Investigaciones pertenecen a una fase denominada descriptiva, trabajos empíricos caracterizados por intentar demostrar que las razones financieras de las empresas con problemas de insolvencia presentaban una tendencia desfavorable conforme se acercaba la fecha de quiebra de la empresa a partir de estas investigaciones referidas se encontró que se han enfocado en la comparación de las razones financieras de empresas con problemas financieros y empresas que no presentan esta condición.

Willian Beaver (1966, 1968) utilizó para el análisis de las razones financieras modelos estadísticos univariados para contrastar la capacidad predictiva de las razones financieras

y los valores contables resultando que el uso de las razones financieras para pronosticar problemas de insolvencia es mejor que el uso de solo información contable. En la investigación se reflexiona que las razones financieras es información contable comprimida y evaluada en términos de la utilidad y la capacidad predictiva pero con la ayuda del modelo de análisis univariable como metodología para la evaluación de los datos contables las razones financieras cumplen el propósito de determinar la solvencia o quiebra de la empresa. A Beaver se le considera pionero de esta corriente formulando que la solvencia está ligada a variables independientes llamadas razones financieras controladas. De acuerdo con Bizquera (1989) la hipótesis formulada por Beaver es sencilla y representa el inicio del análisis estadístico aplicado a datos y permite abrir el camino al desarrollo del análisis multivariable con el que se llega a la máxima sofisticación en el proceso de tratamiento de datos y que aplicada al análisis financiero consideran aspectos relevantes dentro de las finanzas y la teoría de la solvencia de la empresa. Esta técnica apoyada con el software estadístico como SPSS, SAS hace más confiables y potente la predicción a problemas de insolvencia.

Los estudios sobre razones financieras aplicado a las finanzas ha incrementando su complejidad desde los trabajos pioneros de Beaver (1966,1968). El análisis multivariable parte de la hipótesis de que el análisis financiero es complejo y requiere de un estudio donde se consideren variables $n > 2$ que apliquen la diversidad que ofrecen las variables mediante el tratamiento multidimensional de los datos. Kendall (1975) definió al análisis multivariable como el conjunto de técnicas estadísticas que analizan simultáneamente más de dos razones financieras en una muestra de observaciones. Para Cuadras (1981) esta técnica estudia, interpreta y elabora el material estadístico sobre la base de un conjunto de $n > 2$ variables de tipo cuantitativo, cualitativo o una combinación de ambas.

Lev y Sunder (1974) consideran cuatro categorías de razones financieras que son: rentabilidad, eficiencia, solvencia y liquidez. Weston y Brigham (1984) propusieron dos grupos más que son las razones financieras de mercados de capitales y razones financieras de crecimiento. A este último grupo de categorías se le denomina como el grupo de razones de creación de valor. Zavgren (1985) y Lo (1986) utilizaron para el

estudio la razones financieras de rentabilidad, eficiencia, apalancamiento, liquidez y flujo de efectivo. Altman (1968), utilizó la rentabilidad, liquidez y solvencia en su modelo lineal Z-score. Para Fitzpatrick (1932) las razones más importantes fueron la rentabilidad y el endeudamiento. En el caso de Winakor y Smith (1935) tomaron a la liquidez como la razón financiera determinante. Por su parte, Merwin (1942) seleccionó a la solvencia y la liquidez; Beaver (1966) la rentabilidad, endeudamiento, liquidez y el flujo de efectivo; Taffler (1984) considero la rentabilidad, eficiencia, endeudamiento y liquidez. Bernstein (1999) las clasifico en cuatro grupos para medir el valor de la empresa que son: rentabilidad, liquidez, solvencia y flujo de efectivo. Curtis (1978) propuso un marco categórico para la clasificar a las razones financieras a través de la teoría general del análisis financiero con el apoyo de razones financieras para explicar el poder explicativo de las razones financieras y definir las características de la empresa resumiéndola en tres variables como la rentabilidad, la solvencia y el funcionamiento de administración.

Existen aspectos relevantes al interpretar las razones financieras, tal como el nombre o denominación en función al uso y la interpretación; en la literatura encontrada se observó el uso de razones financieras con nombres diferentes a los habituales pero el resultado obtenido que se obtuvo es el mismo al que ofrecen las razones financieras tradicionales. Por esto debe considerarse el factor o grupo de clasificación al que debe estar estructurado para el análisis teórico, la revisión de los antecedentes históricos, la popularidad en la literatura, la relevancia de los resultados empíricos y su aplicación; Se debe considerar los valores utilizados y su expresión, considerando si son valores contables, de mercado, de liquidación, o la combinación de todos estos dentro de la misma razón, la expresión se clasifica de tres maneras: en términos financieros donde se utilizan números en valores absolutos o relativos; en términos de rotación basado en el número de veces de un evento o actividad económica; y en términos cronológicos que presenta los resultados en horas, días, meses o cualquier otra unidad de tiempo. Considerando lo anterior, la tabla 1.1 presenta la clasificación de las razones financieras con mayor frecuencia de uso en la literatura sobre problemas de insolvencia y de acuerdo a los factores y expresiones utilizadas.

Tabla 1.1. Clasificación de las razones financieras

CLASIFICACION DE LAS RAZONES FINANCIERAS EN FACTORES					
NOMBRE	VALORES UTILIZADOS		TIPO DE EXPRESION		
	VALOR CONTABLE	VALOR DE MERCADO	TÉRMINOS FINANCIEROS	TÉRMINOS DE ROTACIÓN	TÉRMINOS CRONOLÓGICOS
1. RAZON DE RENTABILIDAD	X	X	X	X	
2. RAZON DE PRODUCTIVIDAD	X	X	X	X	X
3. RAZON DE EFICIENCIA	X	X	X	X	X
4. RAZON DE LIQUIDEZ					
4.1. Cobertura	X	X	X		
4.2. Proporción					
5. RAZON DE FLUJO DE CAJA (CASH FLOW)	X	X	X		
6. RAZON DE SOLVENCIA					
6.1. Endeudamiento					
6.2. Estructura de Capital	X	X	X		
6.3. Apalancamiento					
6.4. Cobertura					
7. RAZON DE MERCADO					
7.1. Rentabilidad					
7.2. Tamaño	X	X	X		
7.3. Crecimiento					

Fuente: Alberto Ibarra Mares (2009), Desarrollo del Análisis Factorial Multivariable Aplicado al Análisis Financiero Actual

La información numérica utilizada en las razones financieras se consideran de dos tipos: valor contable representado por el costo histórico menos las depreciaciones y amortizaciones estableciendo que se debe elaborar los estados financieros; y el valor de mercado que es el precio en que se adquiere el activo o pasivo de la empresa en el mercado. El valor contable presentará tanto valor alto como bajo con respecto al valor de mercado y pocas veces existirá igualdad entre ambos términos. La diferencia entre estos dos tipos de valores varía en función al tipo de activo o pasivo. En el caso de los activos fijos la diferencia siempre tiende a ampliarse. Para los pasivos se establece la cantidad documentada a pagar. En la medida en que la empresa sea o no solvente, el pasivo tendrá un valor contable mayor o menor respecto al valor de mercado, por ejemplo, la deuda a corto plazo de una empresa insolvente tiene un valor contable mayor a su valor de mercado. También se dice que el valor de mercado de un pasivo en el largo plazo es superior o inferior al valor contable. Según Brealey, Myers y Marcus (1998) para el capital social, existen más diferencias entre el valor contable y de mercado que entre el activo y el pasivo donde lo más importante del capital social es el valor de mercado y no el valor contable pues el primer tipo corresponde al precio en que el accionista vende las acciones de la empresa.

Es natural que las empresas expresen el balance general en valores de mercado y no en términos contables, donde el valor contable considera el costo históricos menos las amortizaciones. De esta manera la diferencia existente entre el activo y el pasivo será igual al valor de mercado de los derechos de capital de los accionistas. Con esto el precio de las acciones es el valor de mercado de los accionistas dividido por el número de acciones en el mercado, este tipo de acciones es aplicado a empresa grandes que publiquen los estados financieros y de situación al público en general.

Comentario final

Las empresas están expuestas a riesgos endógenos y exógenos que definen su posición en el mercado, esta condición requiere conocer los trabajos de investigación que han abordado el fenómeno para entender las condiciones que motivan esta situación y la forma en que el problema se desarrolló y se estudió.

El estudio de los ciclos económicos permite hacer una aproximación al caso de problemas de insolvencia en las empresas y existen investigaciones que analizan el tema ofreciendo referencia de la evolución en las finanzas corporativa del riesgo de insolvencia y la ocurrencia e intensidad en que esta condición afecta en periodos de recesión y que pondrá en riesgo a la empresa al presentar riesgo de insolvencia que obligará a tomar consideraciones sobre la volatilidad que enfrentará al asumir obligaciones de corto, mediano y largo plazo.

En la evolución histórica se observan el uso de técnicas y métodos utilizados en los principales trabajos con sólidos fundamentos teóricos para el análisis de las razones financieras como es el caso de la razón de rentabilidad, productividad, eficiencia, liquidez, flujo de efectivo, solvencia y endeudamiento. La literatura actual evalúa la situación de una empresa considerando valores contables, de mercado y son aplicado a técnicas financieras con mejor predicción al momento de identificar problemas de

insolvencia, tal es el caso del modelo de Black-Scholes-Merton, que considera valores contables y de mercado para obtener la condición de riesgo crédito para analizar alternativas de inversión en un escenario de volatilidad con variables estocásticas; motivo por el cual el siguiente capítulo analizar esta técnica a través del modelo KMV para evaluar el riesgo de crédito de una empresa que conduce a una probabilidad de incumplimiento y una frecuencia de incumplimiento.

CAPÍTULO 2. EL MODELO KMV Y LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO

En este capítulo se presentan los supuestos que conforman al modelo KMV que se basa en el modelo de Robert Merton (1974) que se utiliza para la valuación de opciones de tipo europeo; cuando se trasladada al caso de la empresa, posibilita la obtención del parámetro que mide el nivel de riesgo crédito al que se expone la empresa y está asociado a la condición de insolvencia y determina la probabilidad esperada de incumplimiento. Se analizan los antecedentes del modelo KMV, la formulación matemática y los valores necesarios para determinar las probabilidades de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento.

2.1. Antecedentes del modelo KMV

Fisher Black y Myron Scholes (1973), desarrollaron un modelo que permite valuar las opciones sobre acciones que revolucionó el campo de las finanzas, el modelo se denomina Black-Scholes, el cual es una aplicación que brinda una forma de solución cerrada para valuar opciones de compra tipo europeo el cual se ejerce a la fecha de vencimiento. El modelo se basa en un conjunto de supuestos: el precio del activo subyacente se conoce de forma continua, lo mismo que la tasa de interés pero se asume constante a la varianza de los rendimientos, no hay pagos de dividendos y se permiten ventas en corto, no se consideran los costos de transacción o impuestos, el mercado se asume perfecto y no hay oportunidad de arbitraje. Uno de los supuestos de mayor importancia es que los precios del subyacente corresponden al precio y tienen un comportamiento que sigue una caminata aleatoria y que los cambios proporcionales en los precios de las acciones en un periodo se distribuyen como una distribución normal y el precio de las acciones se representa por una distribución log-normal.

Por un mecanismo alternativo se representa el precio de un activo por un proceso estocástico que se denota por el movimiento geométrico Browniano: esto es que sobre cualquier intervalo de tiempo arbitrario dt , el rendimiento logarítmico tiene una

distribución normal con media igual a μdt y varianza $\sigma^2 dt$. El rendimiento se modela con la expresión:

$$\frac{dS}{S} = \mu dt + \sigma dz \quad (2.1)$$

donde:

μt – Es el componente determinista o de tendencia

σdz – Es el componente estocástico con dz distribuido normalmente con media cero y varianza dt .

En la ecuación 2.1 μ representa la apreciación del rendimiento total neto de cualquier ingreso por flujo de pagos y el rendimiento del capital lo cual implica que el logaritmo del valor final está distribuido como:

$$\ln S_T = \ln S_0 + \frac{\mu - \sigma^2}{2} \tau + \sigma \epsilon \sqrt{\tau} \quad (2.2)$$

donde:

ϵ – Es una variable aleatoria $N(0,1)$

S_T – El valor de la acción al tiempo T

S_0 – El valor de la acción al tiempo 0

A partir de los supuestos fundamentales, Black y Scholes desarrollaron una fórmula cerrada para determinar el valor de opciones tipo europeo sobre acciones que no pagaban dividendos. Lo importante de la aportación está en que la posición en opciones mediante el procedimiento se reproduce o replica un portafolio que combine el activo subyacente y la opción en proporciones adecuadas como libre de riesgo, esto es para pequeños movimientos de precios. Para evitar el arbitraje, el portafolio debe tener rendimientos iguales a los de la tasa libre de riesgo, lo que resulta en que se obtiene un valor presente del derivado como el pago esperado descontado:

$$f_t = E^{RN-rt} F(S_T) \quad (2.3)$$

y se asume que el precio del activo subyacente crece a la tasa libre de riesgo. El superíndice RN, refiere que el análisis asume neutralidad al riesgo y los pagos crecen y son descontados a la misma tasa para efectos prácticos para una correcta solución.

En el caso de una opción de compra tipo europeo, el pago final es $F(S_T) = \text{Max}(S_T - X, 0)$. Corresponde si se sabe que X es constante durante la vida de la opción y el activo paga un rendimiento continuo de r^* , el valor actual de la opción de compra (c) se determina por:

$$c = Se^{-r^*\tau} N(d_1) - Xe^{-r^*\tau} N(d_2) \quad (2.4)$$

donde:

S – Es el valor de la acción

X – Es el precio de ejercicio

r – Es la tasa de riesgo

τ – Es el tiempo,

$N(d)$ – Representa la función de distribución acumulada para la distribución normal estándar, definida como:

$$N(d) = \int_{-\infty}^d \phi(x) dx = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^d e^{-\frac{1}{2}x^2} dx, \quad (2.5)$$

y donde ϕ se define como la función de densidad de la distribución normal estándar, el valor de $N(d)$ es igual a d y es también el área a la izquierda de una variable normal. Como la función de densidad es simétrica $N(d) = 1 - N(-d)$, o que el área a la izquierda de d es la misma que el área a la derecha de $-d$.

Los valores de d_1 y d_2 son

$$d_1 = \frac{\ln \frac{S}{Xe^{-r\tau}} + r + \frac{\sigma^2}{2}\tau}{\sigma\sqrt{\tau}} \quad (2.6)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{\tau} \quad (2.7)$$

donde

- ln – Es el logaritmo natural
- S – Es el valor de la acción
- X – Es el precio de ejercicio
- r – Es la tasa de riesgo
- $\tau, (T - t)$ – Es el tiempo al vencimiento
- σ – Es la volatilidad

Al aplicar el modelo de venta con el de compra, el valor de venta de una opción europeo es:

$$p = Se^{-r^*\tau}N(d_1) - 1 - Xe^{-r^*\tau}N(d_2) - 1 \quad (2.8)$$

La ecuación 2.4 ser re-expresa con respecto a la formula de descuento en un mundo neutral al riesgo 2.3 quedando:

$$c = E^{RN-r\tau}Max(S_T - X, 0) = e^{-r\tau}(\int_K^\infty Sf(S)dS) - XKe^{-r\tau}(\int_K^\infty Sf(S)dS) \quad (2.9)$$

Al unir la ecuación 2.9 con la 2.4 el término que multiplica también es la probabilidad neutral al riesgo de la opción de compra o en otras palabras que se ejerce la opción; esto es, cuando el precio de ejercicio es menor a la cotización del activo en un momento determinado.

La probabilidad de ejercicio que es neutral al riesgo corresponde a $N(d_2)$, esta variable está vinculada al precio de ejercicio. Al colocar X en la ecuación 2.2 se obtiene:

$$\ln X = \ln S_0 + \frac{r - \sigma^2}{2} \tau + \sigma \epsilon \sqrt{\tau \epsilon^*} \quad (2.10)$$

El término ϵ^* es igual a $-d_2$. El área a la izquierda de d_2 es igual al de la derecha del término ϵ^* , por tanto representa la probabilidad neutral al riesgo de ejercicio de la opción de compra. Cuando el precio de la acción es muy alto se ejerce la opción de compra.

El enfoque que tiene el modelo KMV es de tipo cuantitativo y estructural cuando se hace uso de la información de los precios de mercado de las acciones y de la información que existe en los estados financieros para fijar la probabilidad de incumplimiento; con estos datos se modelan el comportamiento de los activos y pasivos de la empresa sin dejar de lado los eventos económico y financieros que ocasionan el incumplimiento. EL modelo tiene origen en el modelo propuesto por Robert Merton (1974) en el cual establece que la magnitud del riesgo crédito se deriva de la razón de activos a deuda de la empresa; parte del supuesto que no hay posibilidades de reestructura y negociación, solo existe la opción de que la empresa liquide el monto pactado dentro del plazo original o que se declare insolvente y transfiera los activos al acreedor.

El incumplimiento de las obligaciones de crédito de una empresa está en función a la estructura de capital y al valor de los activos respecto a los pasivos. Cuando el valor de mercado de los activos es insuficiente para cubrir las obligaciones exigidas se entra en un estado de insolvencia. La implicaciones que tiene el modelo KMV es que los activos de la empresa no son observables y se hace uso del valor de la deuda extraída del balance general y del valor del patrimonio y la volatilidad; la información se infiere a partir del precio de las acciones cotizadas en la bolsa, como insumos del modelo para utilizar el procedimiento propuesto en el modelo de Black y Scholes; una vez que se tiene la información de las variables relevantes se calcula la probabilidad de incumplimiento.

El modelo de Robert Merton (1974) introduce el concepto de riesgo crédito estructural y presenta una ecuación para valorar la deuda emitida por la empresa que parte del precio de

las acciones de una empresa y asume que el mercado es perfecto y libre de fricciones; en el mercado hay muchos inversionistas que venden al descubierto y compran más de lo que poseen en tiempo continuo; la estructura en términos de las tasas de interés es plana, la tasa de interés es fija para prestatarios y prestamistas en todo momento; el valor de la empresa es invariante con respecto a la estructura de capital; la empresa tiene la posibilidad de financiarse con capital propio y deuda que vence en tiempo T , tanto el capital propio como la deuda se negocian en el mercado; todas las variables aleatorias se definen en un espacio de probabilidad (Ω, F, F_t, Q) , donde Q es la medida de la probabilidad en condiciones de incertidumbre y el valor de los activos de la empresa, V_t , en el momento de negociación en el mercado sigue el siguiente proceso aleatorio:

$$dV_t = (\alpha V_t + c)dt + \sigma_V^2 V_t dZ_t \quad (2.11)$$

donde:

- α – Es la tasa de retorno instantánea esperada de V_t por unidad de tiempo
- c – Es el total de pagos incluyendo dividendos y cupones
- σ_V^2 – Es la varianza instantánea de los rendimientos por unidad de tiempo; y
- Z_t – Es el proceso estándar de Gauss-Wiener.

Se asume que las características de la empresa considera un pasivo único, tiene capital y no tiene otras obligaciones; los pasivos prometen un flujo continuo cupón fijo, tienen un vencimiento infinito y la empresa no hace pagos distintos del efectivo por ejemplo dividendos de capital. Los supuestos y características de este modelo son relevantes en el modelo de Merton y tienen como objetivo valorar la deuda de la empresa. El modelo de Merton trata al capital propio de la empresa como una opción de compra sobre el valor subyacente del valor de los activos de la empresa y el valor del capital propio de la empresa en el momento t , S_t corresponde al valor de una opción de compra europea sobre el valor de los activos de la empresa, el precio de ejercicio que es igual al valor nominal de la deuda de la empresa D y plazo de vencimiento T .

El eje central del proceso de valuación parte de la ecuación de Black-Scholes-Merton (1973) donde se muestra que:

$$S_t = V_t \Phi(d_1(t)) - D e^{-r(T-t)} \Phi(d_2(t)) \quad (2.12)$$

donde:

$$d_1(t) = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{D}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_V^2\right)(T-t)}{\sigma_V \sqrt{(T-t)}} \quad (2.13)$$

y

$$d_2(t) = \frac{\ln\left(\frac{V_t}{D}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma_V^2\right)(T-t)}{\sigma_V \sqrt{(T-t)}} = d_1(t) - \sigma_V \sqrt{t} \quad (2.14)$$

donde Φ la función de distribución $N(0,1)$, σ_V^2 , r , V_t y D son las variables que se definieron en la ecuación 2.11. Se asume que $\ln V_t$ tiene una distribución normal con media $\ln V_0 + \left(r - \frac{1}{2}\sigma_V^2\right)T$ y varianza $\sigma_V^2 T$ que corresponde al valor de mercado de la deuda por cada unidad monetaria de valor nominal, $V(t,T)$ es:

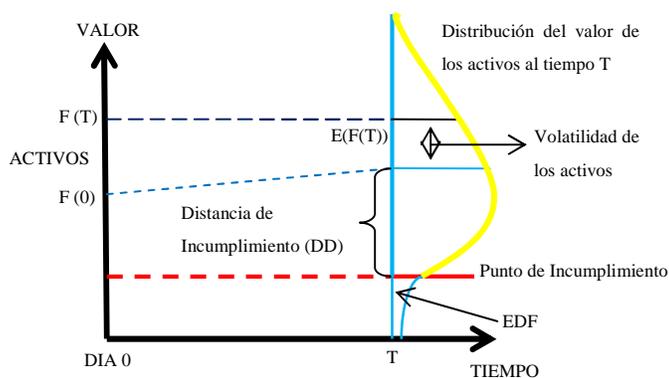
$$V(t,T) = \frac{V_t - S_t}{D} = e^{-r(T-t)} \quad (2.15)$$

$$\left\{ \Phi(d_2(t)) + \frac{1}{d(t)} \Phi(-d_1(t)) \right\} \text{ con } d(t) = \frac{D e^{-r(T-t)}}{V_t} \quad (2.16)$$

Por lo que el valor del capital de la empresa depende del valor de mercado de los activos de la empresa, de la volatilidad del rendimiento y de las condiciones de pago de los pasivos. El incumplimiento en el modelo de Merton sólo ocurre al vencimiento de la deuda si el valor de la empresa en el momento T , V_T es menor que el valor de la deuda D . La razón $V_t/D > 1$ determina o no la condición de incumplimiento que representa la tasa de recuperación. Si $V_t/D > 1$ el incumplimiento no sucederá porque la empresa tiene un incentivo para pagar la deuda y mantener el resto como una ganancia de capital sí $V_t/D < 1$ se presenta el incumplimiento y a la empresa le conviene no pagar.

De manera gráfica, a partir de la figura 2.1 se presenta en un plano donde el tiempo se coloca en el eje horizontal y va desde el periodo actual hasta el periodo de 1 año en el futuro; en el eje vertical se muestra el valor de mercado de los activos de la empresa. La compañía tiene un único valor determinable en el periodo actual, pero con el tiempo por el valor de los activos toma cualquier valor dependiendo de la volatilidad de los activos. A mayor volatilidad del valor de los activos más probabilidad de resultados extremos. El valor promedio del valor de los activos se muestra por la línea punteada en la parte superior de la figura.

Figura 2.1. Distribución del valor de los activos de la empresa a la fecha de vencimiento de la deuda



Fuente: Kealhofer, Stephen. Quantifying Credit Risk I: Default Prediction. *Financial Analysts Journal*. February 2003. Vol. 59. pp. 31.

La línea horizontal punteada muestra la cantidad de responsabilidad de la empresa que debe pagar en el plazo de un año, la distribución de frecuencias que se presenta en el eje de las y muestra la probabilidad de que los activos tengan un determinado valor en un año en el futuro. Si el valor de mercado de los activos caen por debajo de la línea horizontal punteada, la empresa caerá en incumplimiento al no garantizar el pago de las obligaciones en el plazo de un año. Esto se presenta en el área bajo la distribución de frecuencias por debajo del punto de incumplimiento representada por la línea horizontal punteada color roja, por lo tanto el área representa la probabilidad de incumplimiento, esto significa que el activo de la empresa es menor al valor de la deuda y la probabilidad de incumplimiento es mayor si el valor de mercado de los activos de la empresa se

reduce, o cuando la cantidad de obligaciones crece en ambos casos la volatilidad aumente y el valor de mercado de las acciones decrece.

2.2. El modelo de Kealhofer, McQuown y Vasicek (KMV)

Este modelo fue desarrollado por la empresa KMV, las siglas se debe a las iniciales de los tres fundadores de la empresa: Kealhofer, McQuown y Vasicek que presentaron un modelo financiero que se fundamenta en el modelo de Merton y la teoría de valuación de opciones, utiliza información contable y de mercado tanto de los activos como de los pasivos de la empresa y con esta información cuantifica el riesgo de crédito; la información que utiliza proviene de los estados financieros de la empresa y el modelo calcula la distancia de incumplimiento y frecuencia esperada de incumplimiento.

La empresa KMV dio a conocer el modelo en 1993 que se basa en la metodología de trabajos de investigación que consideran el análisis del riesgo crédito de manera individual utilizando la variable de la distancia de incumplimiento para obtener la probabilidad de insolvencia y una vez que se obtiene este valor se establece la existencia de un punto de incumplimiento que actúa como una barrera absorbente del valor de los activos de la empresa. Inicialmente con el modelo KMV se obtiene el valor de la volatilidad del precio de los activos, donde el riesgo de incumplimiento se determina con el valor de los activos de la empresa relacionándolo con el valor de los pasivos de corto y largo plazo; la probabilidad de incumplimiento se presenta de forma endógena o exógenamente, la pérdida dada de incumplimiento es exógena y la correspondencia de incumplimiento supone dependencia a factores diversos como desempleo, precios de commodities, PIB como principales variables económicas.

2.2.1. Análisis del modelo KMV

Para representar el modelo KMV se considera que la empresas cuenta con acciones comunes y preferentes, tienen una cantidad de deuda convertible, tienen garantías y acciones preferentes convertibles; además de que las obligaciones son de corto y largo plazo; preferentemente se asume que las obligaciones son de corto plazo y son exigibles

por los acreedores, las obligaciones de largo plazo son a perpetuidad. Si el valor de mercado de los activos de la empresa caen por debajo del punto de incumplimiento se considerará que la empresa incumplirá con las obligaciones financieras que dependerá de las obligaciones fijas de la empresa y el evento de incumplimiento se presenta para toda la empresa y no es un acontecimiento que describa a una obligación específica.

2.2.2. Determinación de la probabilidad de incumplimiento

La probabilidad de incumplimiento de una empresa se determina a partir de la probabilidad de que el valor de los activos de las empresas sea menor o igual al valor de los pasivos de la empresa en algún punto del horizonte de tiempo T . La probabilidad de incumplimiento de una empresa será mayor si, el valor de mercado de los activos de la empresa disminuye; y el monto de los pasivos de la empresa aumenta o cuando la volatilidad del valor de mercado de los activos aumenta. Estas tres variables son las que determinan la probabilidad de incumplimiento de los compromisos financieros de la empresa.

La información financiera de las empresas que cotizan en la bolsa de valores se publican para que los interesados en invertir puedan conocer la situación que guarda los estados financieros, permiten analizar la situación y conocer la probabilidad de incumplimiento para ubicar los cambios del riesgo de crédito de cada una de las empresas que cotizan. Para hacer esto se debe identificar el punto de incumplimiento denotado por DPT, el valor de los activos de la empresa que se determinan a partir del valor del capital de la empresa, la volatilidad del capital y la volatilidad del valor de los activos de la empresa, con esta información se analiza el número de desviaciones estándar que producen que el valor de la empresa caiga por debajo del valor crítico DPT, a este valor se le denomina distancia de incumplimiento de la empresa denotado por DD e identifica la probabilidad que la empresa registre valores de pasivos mayores a los activos en el lapso de un año lo que corresponde a la frecuencia de incumplimiento esperada expresada por EDF que mide la cantidad de veces en que DD cae por debajo de DPT.

El punto de incumplimiento del modelo KMV toma el valor de DPT como la suma del valor nominal de todos los pasivos de corto plazo y el 50% del valor nominal de los pasivos de largo plazo; para determinar el valor y la volatilidad de los activos de la empresa es necesario identificar las variables V_A y σ que son variables no observables y de esta manera usar los precios de los valores negociados emitidos por la empresa para identificar estas cantidades.

Dado que el riesgo de incumplimiento de la empresa se deriva del comportamiento del valor de los activos de la empresa en el mercado y las obligaciones del capital de la empresa se debe obtener de forma análoga, los accionistas de la empresa tienen una opción de compra del valor de los activos de la empresa y el precio de ejercicio igual a las obligaciones de la empresa, si el valor de mercado de los activos excede al monto de las obligaciones a la fecha de vencimiento, entonces los accionistas ejercerán la opción y pagarán el monto de la obligación, pero si el valor de mercado de los activos es menor se preferirá incumplir y renunciar al valor de los activos cediendo este a los prestamistas.

Sea E_t el valor del capital de la empresa en el tiempo t y σ_E la volatilidad del capital; y se estima a partir de los datos de sobrepuestos de las acciones mostrándose como E_t y la σ_E se utiliza para las estimaciones de V_a , que es el valor de los activos la empresa y σ_A la volatilidad del valor de los activos de la empresa, después se debe expresar el valor del capital E_t como una opción de la empresa.

$$\begin{cases} V_t - D, & \text{si } V_t \geq D \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (2.17)$$

En la ecuación 2.17 se representan los pagos por mantener una posición larga en una opción de compra de los activos de la empresa con un valor de ejecución D en el tiempo T . El valor del capital es igual al valor de compra de la empresa y dependerá del valor de la empresa y de la volatilidad de las variables observables D , $T-t$ y σ . Si f es la función del precio de compra, la dependencia de supresión de las variables observables se escribe:

$$E_t = f(V_t, \sigma) \quad (2.18)$$

La forma exacta de f se identifica en los supuestos de Black-Scholes como:

$$f(V_t, \sigma) = V_t * N(d) - e^{-r(T-t)} D * N(d - \sigma\sqrt{T-t}) \quad (2.19)$$

donde:

$N(\cdot)$ – Es la distribución normal estándar acumulativa y;

$$d = \frac{1}{\sigma\sqrt{T-t}} \left[\ln\left(\frac{V_t}{D}\right) + \left(r + \frac{1}{2}\sigma^2\right) * (T-t) \right] \quad (2.20)$$

Los precios de las acciones son observables en la ecuación 2.19 y tiene dos incógnitas V_t y σ . Para conocer el valor de estas incógnitas se utiliza una segunda ecuación para determinar la volatilidad del capital σ_E , como el capital es una opción del valor de la empresa, la volatilidad del capital es también una función de V_t y σ y la denotamos por g .

$$\sigma_E = g(V_t, \sigma) \quad (2.21)$$

Bajo los supuestos de Black y Scholes la forma específica de g se identifica en un modelo específico de la siguiente forma:

$$g(V_t, \sigma) = \sigma V_t * \frac{N(d)}{f(V_t, \sigma)} \quad (2.22)$$

donde:

f – Es la función para calcular el precio de la opción de compra en 2.19

$N(d)$ – Está definido en la ecuación 2.19 y 2.22

se tienen las dos ecuaciones requeridas en las dos variables V_t y σ , y las dos cantidades inobservables son identificadas.

Una vez expresado el valor del capital y el riesgo de incumplimiento se obtiene la distancia de incumplimiento, para conocer la magnitud de la caída se tendrá el valor de la empresa antes de los incumplimientos. La DD se observa en términos del número de desviaciones estándar entre la media de la distribución del valor de los activos y un umbral crítico llamado punto de incumplimiento lo que permite realizar comparación entre empresas y la conversión en términos de la volatilidad o desviación estándar es necesaria para asignarle significancia al comparativo entre empresas. Formalmente DD se expresa de la siguiente manera:

$$DD = \frac{V_A - DPT}{\sigma V_A} \quad (2.23)$$

donde:

DD – Depende del valor de mercado de los activos

V_A – Depende de DPT y la volatilidad del valor de los activos de la empresa σ_A

Cuanto más alto es la deuda tanto de largo como de corto plazo y se incremente la volatilidad del rendimiento de los activos, menor es la distancia al incumplimiento y mayor la probabilidad de incumplimiento.

La frecuencia de incumplimiento esperada o EDF se obtiene una vez determinada la distancia de incumplimiento mediante la derivación de las probabilidades de incumplimiento dado el valor de DD; $EDF = n_1/n$, donde n_1 representa el monto de las empresas cuya distancia de incumplimiento es al principio del año y luego incumple al final del año.

2.3. Determinación de los indicadores del modelo KMV

La metodología de cálculo requiere de cuatro pasos para determinar el valor de EDF de una empresa determinada. El primer paso consiste en la obtención del valor en libros de

las obligaciones, el valor de mercado y la volatilidad del valor de la empresa a partir del valor de mercado de las acciones, el procedimiento se debe realizar para cada una de las empresas que cotizan en la bolsa. El valor de las obligaciones de las empresas se obtiene de la suma de la deuda de corto plazo más la deuda de largo plazo para cada empresa para cada uno de los años del periodo de estudio, en esta investigación corresponde al periodo 2005 al 2012. Los datos se presentan en millones de pesos mexicanos y el valor de DPT se obtiene con la suma de la deuda de corto plazo y la mitad de la deuda de largo plazo.

Los insumos para obtener el riesgo crédito son V_E , y $\text{Sigma } V_E$ y se determinan a partir del valor de mercado de las acciones multiplicando el número de acciones en circulación de cada empresa por el precio de cierre de cada uno de los años en estudio. Y como último insumo está la tasa libre de riesgo (r).

El siguiente paso es la estimación de V_A y $\text{Sigma } A$. Para estimar estos valores es necesario tener los valores de V_E , r , $\text{Sigma } V_E$, D y $\tau(\tau = 1)$, con esto se solucionan el siguiente sistema de ecuaciones para obtener una solución numérica para V_A y $\text{Sigma } A$.

$$V_E = V_A N(d_1) - D e^{-rt} N(d_2),$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{V_A}{D}\right) + \left(r + \frac{\sigma_A^2}{2}\right)\tau}{\sigma_A \sqrt{\tau}}, d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{\tau}, \sigma_E = \frac{V_A}{V_E} N(d_1) \sigma_A \quad (2.24)$$

2.3.1. Distancia de incumplimiento

Una vez que se determinaron los valores, se construye una medida que representa el número de desviaciones estándares que existen entre el valor esperado de la empresa y el punto de incumplimiento; Con ello se evalúa el número de desviaciones estándar que producen que el valor de la empresa sea menor al punto de incumplimiento.

La distancia de incumplimiento es una medida normalizada que permite ser utilizada como medida de comparación entre compañías. Un supuesto clave del método KMV es que toda la información relevante para determinar el riesgo de incumplimiento relativo está contenida en el valor esperado de mercado de los activos, el punto de incumplimiento y la volatilidad del precio de los activos.

$$DD = \frac{E(V_A) - DPT}{E(V_A) * \sigma_A} \quad (2.25)$$

2.3.2. Frecuencia esperada de incumplimiento

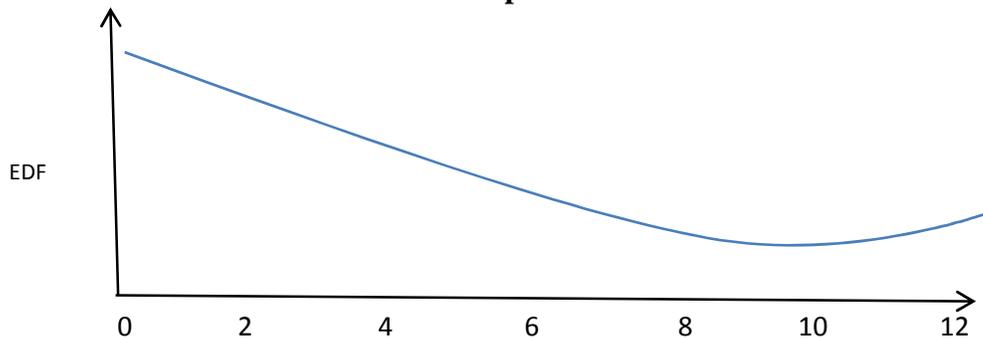
La frecuencia de incumplimiento se utiliza para identificar la proporción de veces en que la empresa presenta distancias de incumplimiento recurrentes en el periodo, el valor de EDF está dado por relación que se presenta en la ecuación 2.26:

$$EDF = 1 - N(DD) \quad (2.26)$$

2.3.3. Relación entre la Distancia y la Frecuencia esperada de incumplimiento

La veracidad del modelo KMV radica en el mapeo de DD a EDF, que no es más que la correspondencia de estas variables, la cual forma una curva cóncava, por lo que para cada DD es correspondiente que exista un nivel de EDF, véase la Figura 2.2.

Figura 2.3. Relación de la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento



Fuente: Elaboración Propia

La figura 2.3 representa la relación de la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento en la cual a un mayor valor de la distancia de incumplimiento menor será la frecuencia de que el suceso se repita, a menor valor de la distancia de incumplimiento mayor probabilidad de que el evento se repita y que el valor de los activos caigan por debajo del umbral del punto de incumplimiento como efecto de un incremento de la volatilidad en el valor de los activos y los pasivos de la empresa.

Comentario final

En este capítulo se realizó un análisis del modelo KMV, que utiliza la consultora *Moody's KMV corporation*, la metodología se basa en el modelo de Robert Merton (1974) y es un auxiliar para ofrecer a las empresas control sobre el riesgo crédito que se calcula a partir del valor de los activos y del valor de mercado de las acciones, el valor de los pasivos se obtiene a partir del valor contable con estos dos valores se construye una medida que representa el número de desviaciones estándar que existe entre el valor del activo y el valor del pasivo en el periodo de estudio. En el análisis del modelo KMV se observa que la metodología que se aplica para determinar el riesgo crédito a través del análisis de la caída del valor del activo y del excedente en los pasivos y del valor de los activos para un plazo determinado refleja el nivel de riesgo al que estará expuesta la empresa en un entorno económico lo que es posible determinar en cualquier momento la probabilidad de incumplimiento y la distancia de incumplimiento.

En el siguiente capítulo se realiza la evaluación empírica del modelo KMV para obtener las probabilidades de incumplimiento aplicado al caso de empresas mexicanas que cotizan en la bolsa mexicana de valores.

CAPITULO 3. EVALUACIÓN EMPÍRICA DE LA PROBABILIDAD DE INCUMPLIMIENTO EN EMPRESAS MEXICANAS A PARTIR DEL MODELO KMV

En este capítulo se presenta la aplicación del modelo KMV para una muestra de empresas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores para obtener los parámetros del modelo KMV que se presentó en el capítulo anterior; se obtiene la distancia al incumplimiento de cada una de las empresas que conforman la muestra y se calcula el parámetro de la frecuencia esperada de incumplimiento para cada una de las empresas.

3.1. Metodología de datos para el análisis del riesgo crédito

Para realizar la prueba empírica del modelo KMV se seleccionó un conjunto de 17 empresas que cotizan en el mercado bajo el criterio de participación en el índice de la bolsa mexicana de valores. Para todas las empresas se normalizaron los reportes financieros para expresarlos en precios constantes a diciembre de 2012, toda la información se expresa en base anual para cada trimestre de operación, en el caso de la tasa libre de riesgo se tomó el valor de la subasta de CETES 28 días más próxima al cierre del trimestre, se utilizó la información de los reportes financieros y la cotización de las acciones de la empresa en el mercado y el nivel de endeudamiento, la información se clasificó de la base de datos que incluye solo empresas mexicanas que cotizan acciones en la BMV para el periodo de 2006 al 2012.

Con la información del balance general y el estado de resultados se determinó el valor del cierre diario del precio de las acciones para obtener el rendimiento de la volatilidad, una vez determinado el precio de cierre de las acciones se determinó el valor de mercado del capital. El valor de la deuda total y el valor en libros de la empresa se obtuvo del balance general, una vez que se integró la base de datos a partir del modelo de Black-Scholes-Merton (1973) se determinó la distancia de incumplimiento y la frecuencia para las empresas seleccionadas, el cálculo se realizó por medio de una aproximación no lineal, para la solución se utilizó el algoritmo de Newton para funciones no lineales, como todo método no lineal fue necesario realizar el procedimiento de iteraciones hasta obtener el

criterio de convergencia que corresponde a la mejor solución del modelo KMV. En cada iteración se calculó las variables de interés, la determinación del valor de los activos, la volatilidad por medio del algoritmo iterativo. Una vez que se determinó el valor de V_A y σ_A se utilizó el modelo KMV, para los cálculos se utilizó el paquete MATLAB R2013, los resultados completos y el código se presenta en el anexo 2.

Los resultados permiten conocer la relación que existe entre el comportamiento del endeudamiento y el sector económico al que pertenece la empresa para identificar condiciones de endeudamiento en función a la volatilidad del sector en el que opera la empresa, por lo que la tabla 3.1 presenta la relaciona de las 17 empresas por medio de la clave de pizarra de la acción con la que opera en la BMV, la razón social y el sector económico al que pertenecen.

Tabla 3.1. Empresas seleccionadas y el sector al que pertenecen

CLAVE DE LA EMISORA	RAZON SOCIAL	SECTOR ECONOMICO
ALFA	ALFA, S.A.B. DE C.V.	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS METÁLICOS FORJADOS Y TROQUELADOS
ALSEA	ALSEA, S.A.B. DE C.V.	INDUSTRIA ALIMENTARIA
AMX	AMERICA MOVIL, S.A.B. DE C.V.	OTRAS TELECOMUNICACIONES
ARA	CONSORCIO ARA, S.A.B. DE C.V.	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS RESIDENCIALES
AUTLAN	COMPAÑIA MINERA AUTLAN, S.A.B. DE C. V.	MINERÍA DE METALES
CEMEX	CEMEX, S.A.B. DE C.V.	FABRICACIÓN DE CEMENTO Y PRODUCTOS DE CONCRETO
CIE	CORPORACION INTERAMERICANA DE ENTRETENIMIENTO, S.A.B. DE C.V.	SERVICIOS DE ENTRETENIMIENTO EN INSTALACIONES RECREATIVAS Y OTROS SERVICIOS RECREATIVOS
FRAGUA	CORPORATIVO FRAGUA, S.A.B. DE C.V.	TIENDA DE ARTÍCULOS DE SALUD Y CUIDADOS PERSONALES
GMEXICO	GRUPO MEXICO, S.A.B. DE C.V.	MINERÍA DE MINERALES METÁLICOS Y NO METÁLICOS
GRUMA	GRUMA, S.A.B. DE C.V.	MOLIENDA DE GRANOS Y DE SEMILLAS OLEAGINOSAS
HERDEZ	GRUPO HERDEZ, S.A.B. DE C.V.	CONSERVACIÓN DE FRUTAS, VERDURAS Y GUIOS
KUO	GRUPO KUO, S.A.B. DE C.V.	FABRICACIÓN DE OTRA MAQUINARIA Y EQUIPO PARA LA INDUSTRIA EN GENERAL
LAMOSA	GRUPO LAMOSA, S.A.B. DE C.V.	FABRICACIÓN DE PRODUCTOS A BASE DE ARCILLAS Y MINERALES REFRACTARIOS
POCHTEC	GRUPO POCHECA S.A.B DE C.V.	COMERCIO AL POR MAYOR DE BIENES NO DURABLES
POSADAS	GRUPO POSADAS, S.A.B. DE C.V.	HOTELES, MOTELES Y SIMILARES
SARE	SARE HOLDING, S.A.B. DE C.V.	CONSTRUCCIÓN DE EDIFICIOS NO RESIDENCIALES
SIMEC	GRUPO SIMEC, S.A.B. DE C.V.	FABRICACIÓN DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y PRODUCTOS DE HERRERÍA

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la Bolsa Mexicana de Valores. www.bmv.com.mx

En la tabla se asocian el sector económico con la empresa seleccionada en el trabajo de investigación y se observa que el sector económico al que pertenece la empresa impacta en la exposición al riesgo crédito que se mide con la ayuda del modelo KMV.

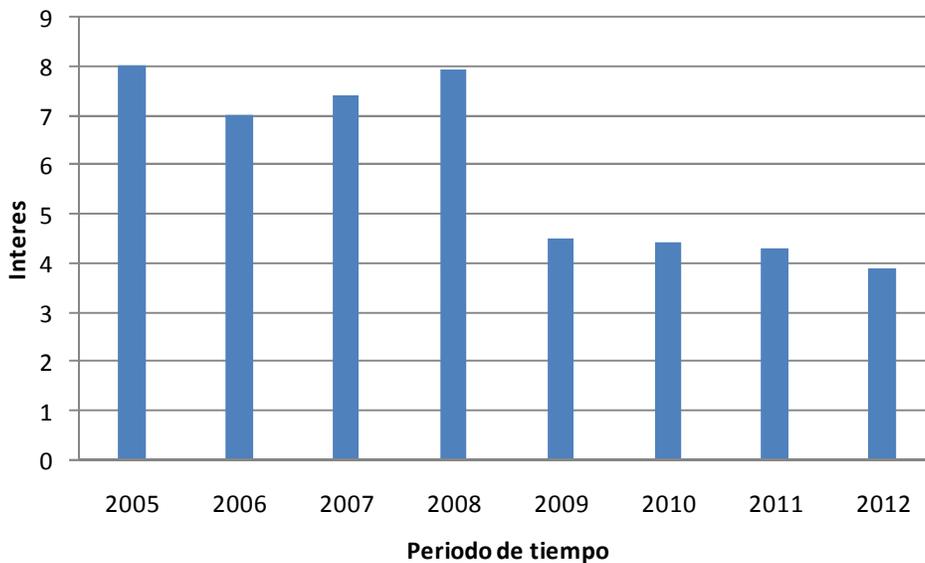
La formula de Black-Scholes-Merton (1973) permite determinar el valor de la distancia de incumplimiento cuando los valores de los pasivos reportados en los estados financieros de la empresa corresponde a variaciones significativas con respecto a los activos que respalden las obligaciones, la hipótesis a comprobar es que si el valor de la DD es un valor positivo mayor que 1, entonces la salud financiera de la empresa no presentará riesgo de incumplimiento en el pago de las obligaciones; para la hipótesis alternativa se considera que de existir un número menor a 1 o un valor negativo entonces la empresa presenta riesgo en solventar las obligaciones en el corto plazo y presentara problemas de insolvencia y el riesgo crédito se elevará. Para los resultados de EDF se considera la hipótesis de ocurrencia continua en la frecuencia de incumplimiento si el valor es menor o igual a cero, donde el valor de los activos disponibles permitirá mitigar las obligaciones en el corto plazo definido por la literatura de un año, de lo contrario la hipótesis alternativa será un valor cercano o igual a 1 lo que implica que la empresa presenta repetidamente en un periodo de un año probabilidades de incumplimiento.

3.2. Metodología para determinar la distancia y frecuencia de incumplimiento con el modelo KMV

La metodología para determinar la distancia de incumplimiento y la frecuencia de incumplimiento para cada periodo de estudio de cada sector se realiza en cuatro pasos. El primer paso consiste en la obtención del valor promedio de libros de las obligaciones de deuda de las empresas seleccionadas y determinar el punto de incumplimiento DPT que solo toma en cuenta las obligaciones de la empresa que utilizan el valor de mercado de las acciones y la volatilidad para cada empresa a partir de las cotizaciones diarias de las acciones. El valor de las obligaciones de las empresas se determina al sumar el valor promedio de la deuda de corto plazo con la deuda de largo plazo para cada uno de los años que comprende el periodo de 2005 al 2012; la información se expresa en millones de

pesos mexicanos y con el resultado de sumar la deuda de corto plazo y la mitad de la deuda de largo plazo se obtiene el valor de DPT que se utiliza como el umbral para determinar la probabilidad de incumplimiento y la frecuencia. Los insumos después de haber determinado el valor de DPT son el valor de mercado de las acciones de la empresa y la volatilidad, el cual se determina multiplicando el número de acciones en circulación por el precio de cierre anual; como tasa libre de riesgo (r) se tomo la tasa de interés de CETES a 28 días que es el instrumento gubernamental para inversiones libre de riesgo y un amplio respaldo institucional, para este trabajo se obtuvo el valor de subasta más cercano a la fecha de cierre de los ejercicios 2005 al 2012, la evolución del precio del instrumento y el rendimiento se muestra en la gráfica 3.1 y 3.2.

Gráfica 3.1. Evolución del precio de cierre del CETE a 28 días para el periodo 2005-2012



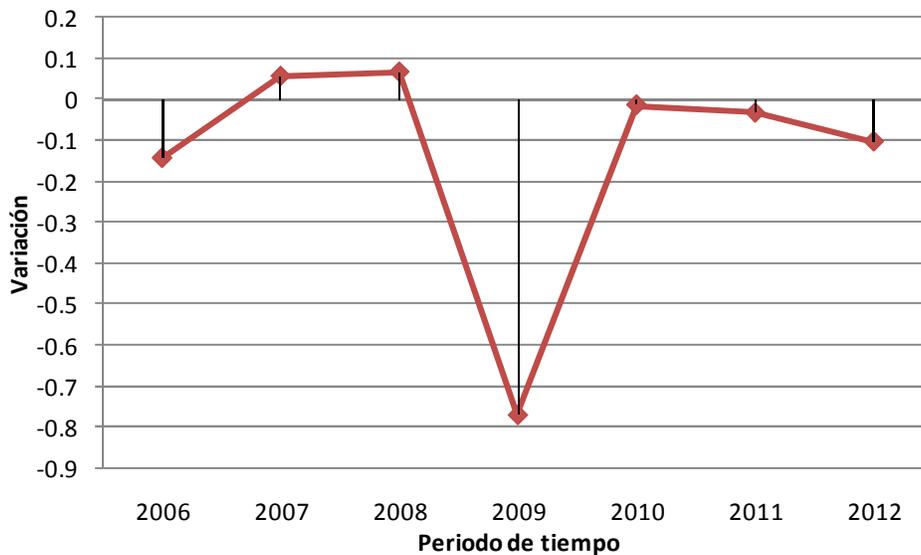
Fuente: Elaboración propia con información obtenida en www.banxico.gob.mx

En la gráfica 3.1 se observa la evolución de la tasa CETES a 28 días para los años 2005-2012 donde en los periodos que comprenden de 2005 a 2008 el valor de la tasa se encontraba entre 7% y 8% lo que significa que la confianza de la subasta gubernamental resultaba atractiva. Sin embargo se observa una reducción de casi 3% en el rendimiento de la tasa al bajar a niveles de entre 4.5 a 4 para los periodos de 2009 a 2012, esto se explica por la crisis financiera que se desató debido al colapso de la burbuja inmobiliaria en Estados Unidos en el año 2006 que provocó en 2007 la denominada crisis de las

hipotecas sub-prime donde las repercusiones comenzaron a manifestarse a inicios de 2008 contagiando al sistema financiero internacional, problema que tuvo como consecuencia una profunda crisis de liquidez y provocando indirectamente fenómenos económicos adversos.

Este fenómeno de la crisis se observa en la figura 3.2. que presenta el rendimiento del valor de la tasa Cetes a 28 días con respecto al rendimiento del precio de cierre

3.2. Rendimiento del precio de cierre del CETE a 28 días para el periodo 2006-2012



Fuente: Elaboración propia con información obtenida en www.banxico.gob.mx

El resultado que presenta la figura 3.2 muestra el efecto que la crisis mundial del 2007 y que afectó a la tasa libre de riesgo en México, la cual presentó una caída de más de 80% para 2009 con respecto al año anterior. A pesar de que la crisis financiera comenzó en el año de 2006 y se agravó en 2007 no fue hasta el 2009 que afectó al mercado mexicano reduciendo el rendimiento que este instrumento de inversión ofreció para los años siguientes.

Una vez obteniendo el valor de la tasa de libre riesgo r se debe determinar el valor de mercado de las acciones V_E , la volatilidad de las acciones Sigma A , el valor contable de la deuda D y $(\beta = 1)$ donde β asume que las obligaciones de los pasivos vencen en el

tiempo de un año: el segundo paso es la estimación del valor de los activos V_A junto con los valores de Sigma A para solucionar el sistema de ecuaciones simultáneamente a partir del método de iteraciones de Newton y obtener una solución numérica óptima que resuelva al sistema de ecuaciones.

$$V_E = V_A n(d_1) - D e^{-rt} N(d_2), \quad (3.1)$$

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V_A}{D} + (r + \frac{1}{2} \sigma_A^2) t}{\sigma_A \sqrt{t}}, \quad (3.2)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{t}, \quad (3.3)$$

$$\sigma_E = \frac{V_A}{V_E} N(d_1) \sigma_A. \quad (3.4)$$

Con los datos obtenidos se procede a determinar la distancia de incumplimiento por sector económico.

3.2.1. Distancia de incumplimiento

Al utilizar los valores de V_A y Sigma A, se construye una medida que representa el número de desviaciones estándares que existen entre el valor esperado de la empresa y el punto de incumplimiento DPT; se determina la distancia al incumplimiento DD para apreciar el numero de movimientos de desviación estándar que producirían que el valor por sector caiga por debajo de DPT.

La distancia de incumplimiento es una medida normalizada lo que permite ser utilizada como medida de comparación entre empresas. Un supuesto clave del método KMV es que toda la información relevante para determinar el riesgo de incumplimiento relativo, está contenida en el valor esperado de mercado de los activos V_A ; el punto de incumplimiento DPT y la volatilidad de los activos σ_A , como se ve en la ecuación 3.5.

$$DD = \frac{E(V_A) - DPT}{E(V_A)\sigma_A} \quad (3.5)$$

3.2.2. Frecuencia de incumplimiento esperada

La frecuencia de incumplimiento esperada o EDF es una función monótona de la distancia de incumplimiento por lo que conserva las propiedades en el valor de DD y es la ocurrencia a la probabilidad que la empresa incumpla con las obligaciones en un plazo de un año y proporciona una unidad cardinal de la probabilidad de incumplimiento según lo explica en su trabajo de investigación Kealhofer (2003).

La relación inversa que existe entre el valor de DD y el valor de EDF corresponde a una primera aproximación en los resultados a observar por lo que las empresas con mejor operación tendrá valores de DD elevados y valores de EDF bajos, si por el contrario, el valor de EDF es alto el valor de DD será pequeño.

El valor del EDF está representado por la siguiente ecuación:

$$EDF = 1 - N(DD) \quad (3.6)$$

La variación que tenga el precio de las acciones, la volatilidad en los activos, así como el nivel de deuda generará ajustes en el valor de EDF derivado de la probabilidad de incumplimiento que se verá incrementado o disminuido según el caso.

Los resultados que arroja el valor de EDF serán entre 0 a 1 donde un valor cercano a cero se definiría como una empresa donde la ocurrencia en la probabilidad de incumplimiento

es de poco riesgo y el valor máximo de 1 indicaría que el riesgo de incumplimiento de la empresa es elevado.

Una vez definido la metodología a seguir para obtener el modelo KMV a continuación se procede a realizar el ejercicio numérico con datos de las 17 empresas para analizar el grado de riesgo crédito al que estaban expuestas en el periodo de 2005 a 2012.

3.3. Análisis de los resultados del modelo KMV

Dos de las propiedades que tiene el modelo KMV y que lo hace poderoso es la capacidad para probar las características relativas a medir el riesgo crédito y permitir identificar compañías con problemas de insolvencia y en segundo provee un método muy eficaz en la determinación de su frecuencia de que el evento se repita.

Una vez que se obtiene los valores de σ_E , r , V_E , D y DPT que se obtienen de la información de los estados financieros de las empresas y el valor de la tasa libre de riesgo que para este trabajo de investigación se utiliza la tasa CETES a 28 días, el siguiente paso es determinar los valores de V_A y $Sig A$ que corresponde a la volatilidad de los activos y que representa el número de desviaciones estándares que existen entre el valor esperado de la empresa y el punto de incumplimiento; se procede a realizar el método de iteraciones de Newton para resolver las ecuaciones simultaneas no lineales que representa el Black-Scholes-Merton (1973) y determinar el valor de la distancia de incumplimiento para cada una de las empresas; si el valor obtenido es grande y positivo se afirma que la empresa se encuentra lejos del incumplimiento, y de forma contraria, si la distancia es pequeña o muy pequeña o negativa significa que la empresa está próxima a caer en incumplimiento en las obligaciones de deuda y presenta problemas de insolvencia; por último, el valor de la frecuencia esperada de incumplimiento es inversa al valor de la distancia y correlacionada si el valor de DD es muy alto, entonces EDF tendrá un valor pequeño y el valor de DD elevado, entonces el valor de frecuencia tenderá a 1 y la frecuencia de incumplimiento es elevada.

Los cálculos de los parámetros para determinar el riesgo de crédito con el modelo KMV se aplicó a las 17 empresas de la muestra para el análisis, los resultados se clasificaron en función al nivel de volatilidad del rendimiento de las acciones, el resultados de las empresas con volatilidad baja o σ_{EB} corresponde al grupo de empresas cuyo nivel de volatilidad se ubicó entre 0% a 35%, el segundo grupo de empresas corresponde al nivel de volatilidad σ_{EM} con valor entre el 36% y 65%, el tercer grupo de empresas presentaron valores de volatilidad σ_{EA} entre 66% y 100%. En la tabla 3.2 se presenta el número de empresas que se ubicaron en cada grupo de acuerdo a la volatilidad del rendimiento del precio de las acciones que representa el capital de la empresa.

Tabla 3.2. Clasificación de las empresas por el nivel de volatilidad

Volatilidad	Empresas
σ_{EB}	4
σ_{EM}	8
σ_{EA}	5

Fuente: Elaboración propia

Una vez que se realiza la clasificación de empresas se obtuvieron los valores de σ_E , V_E , D , V_A , $Sig A$ necesarios para completar los resultados que el modelo KMV ofrece para las empresas agrupadas como lo indica la tabla 3.2. La clasificación de empresas por nivel de volatilidad para las 17 empresas muestra que para la clasificación de las empresas con nivel de volatilidad σ_{EB} corresponde al 23% del total de la muestra, el 47% de las empresas se encuentran clasificadas dentro de la volatilidad σ_{EM} y por último, el 30% de las empresas está clasificada con volatilidad σ_{EA} que advierte riesgos elevado por presentar cambios considerables en el valor de los activos de un periodo a otro.

Los parámetros necesarios de las empresas de cada grupo σ_{EB} , σ_{EM} y σ_{EA} se presentan en las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 respectivamente.

Tabla 3.3. Valor de σ_E , r , V_E , D , DPT , V_A , $SigA$ de empresas clasificadas con volatilidad σ_{EB}

EMPRESA	PERIODO	σ_E	V_E	D	V_A	σ_A
AMERICA MOVIL	2005	0.31795	348	196	0.34830	0.31790
	2006	0.25163	525	275	0.52560	0.25150
	2007	0.20569	695	280	0.69480	0.20560
	2008	0.40252	416	343	0.41640	0.40240
	2009	0.37027	545	568	0.54530	5.79940
	2010	0.33896	754	587	0.76040	0.33590
	2011	0.33584	1,211	686	1.21100	8.43180
	2012	0.31770	1,156	741	1.16580	2.90140
FRAGUA CORPORATIVO	2005	0.13049	7	2	0.67300	0.13050
	2006	0.18084	10	3	0.96650	0.18080
	2007	0.19047	15	3	1.47330	0.19040
	2008	0.26742	12	3	1.16530	0.26740
	2009	0.24273	15	4	1.48790	0.24210
	2010	0.22398	16	4	1.60870	0.22340
	2011	0.20771	19	5	1.94010	0.20700
	2012	0.19453	23	6	2.30230	0.19360
HERDEZ	2005	0.25745	4	2	0.53800	0.22750
	2006	0.22761	5	3	0.74050	0.18810
	2007	0.18813	7	3	0.56560	0.29310
	2008	0.29311	6	3	0.79570	0.27040
	2009	0.27133	8	3	0.95250	0.24670
	2010	0.24770	9	3	1.06870	0.22980
	2011	0.23119	11	5	1.72650	0.23420
	2012	0.23567	17	5	0.59650	0.16430
POSADAS GPO	2005	0.16400	6	9	1.09940	0.35290
	2006	0.11923	9	9	0.42730	0.60260
	2007	0.16801	11	10	0.67660	0.56960
	2008	0.36105	6	11	0.84010	0.52430
	2009	0.32790	8	10	0.89320	0.48300
	2010	0.30279	9	10	1.82800	0.48440
	2011	0.28936	9	10	1.60930	0.10740
	2012	0.27534	11	9	2.84240	0.29450

FUENTE: Elaboración propia.

Tabla 3.4. Valor de σ_E , r , V_E , D , DPT , V_A , $SigA$ de empresas clasificadas con volatilidad σ_{EM} .

EMPRESA	PERIODO	σ_E	V_E	D	V_A	σ_A
ALFA	2005	0.04553	4.2	42	1.4188	0.0071
	2006	0.07558	4.7	48	2.7448	0.3337
	2007	0.08082	4.6	70	1.565	0.4328
	2008	0.43801	1.8	90	1.1968	0.3975
	2009	0.62235	5.1	82	1.1005	0.3621
	2010	0.58118	7.1	83	0.9476	0.3333
	2011	0.53880	8.4	104	1.1049	0.3175
	2012	0.52705	143.6	95	6.3025	0.1639
ALSEA	2005	0.08239	1.1	2	0.1143	0.0824
	2006	0.39739	2.7	2	0.273	0.3972
	2007	0.35300	11.0	3	1.0994	0.3529
	2008	0.60274	4.3	4	0.4273	0.6026
	2009	0.57246	6.7	3	0.6766	0.5696
	2010	0.52669	8.4	3	0.8401	0.5243
	2011	0.48769	8.8	6	0.8932	0.483
	2012	0.48710	18.2	5	1.828	0.4844
ARA CONSORCIO	2005	0.19431	4.9	4	0.8288	0.5332
	2006	0.22507	7.7	6	1.3613	0.5355
	2007	0.39253	19.4	7	1.1049	0.4933
	2008	0.53334	8.3	7	0.5559	0.5062
	2009	0.53854	13.5	7	0.5711	0.4726
	2010	0.49701	11.0	7	1.1901	0.2099
	2011	0.51490	5.5	7	1.6354	0.1777
	2012	0.48411	5.6	7	1.9703	0.1454
CEMEX	2005	0.00019	898.6	248	4.0961	5.0319
	2006	0.00056	899.6	224	2.4219	5.9607
	2007	0.11466	732.8	425	4.3641	3.2588
	2008	0.36137	329.5	456	0.1447	0.0658
	2009	0.36588	466.2	370	0.2291	0.2427
	2010	0.33419	409.3	329	0.1999	0.2548
	2011	0.34341	242.1	358	0.1703	0.2494
	2012	0.40435	433.2	328	0.2442	0.2557
CORP INTERAM DE ENT	2005	0.30998	11.9	14	1.1858	0.3099
	2006	0.37660	16.2	14	1.6199	0.3763
	2007	0.31065	14.2	13	1.4211	0.3105
	2008	0.58580	4.2	12	0.4164	0.5852
	2009	0.52501	4.4	12	0.4569	0.5096
	2010	0.49153	4.3	11	0.4467	0.4774
	2011	0.45646	3.7	10	0.3794	0.4409
	2012	0.45364	4.5	6	0.4602	0.4425
GMEXICO	2005	0.20827	20.3	57	0.2036	0.2081
	2006	0.24958	33.3	57	0.3332	0.2492
	2007	0.26132	60.1	54	0.601	0.2612
	2008	0.61678	69.3	56	0.6928	0.6166
	2009	0.72272	243.0	77	2.4386	0.7202
	2010	0.66475	398.6	97	3.9974	0.6629
	2011	0.65510	288.4	98	2.8972	0.6521
	2012	0.61283	371.5	123	3.7394	0.6088

Tabla 3.4. Valor de σ_E , V_E , D , DPT , V_A , $SigA$ de empresas clasificadas con volatilidad σ_{EM} . (continuación)

EMPRESA	PERIODO	σ_E	V_E	D	V_A	σ_A
GRUPO KUO	2005	0.12562	3.3	17	1.5973	0.5681
	2006	0.14415	3.7	16	0.1395	0.1465
	2007	0.33717	6.8	14	0.1999	0.176
	2008	0.61696	2.3	18	1.1827	0.2787
	2009	0.68628	5.7	15	0.5054	0.57
	2010	0.65581	10.0	15	0.5268	0.4959
	2011	0.60845	10.2	17	0.7857	0.4763
	2012	0.57861	15.7	14	0.6376	0.4529
LAMOSA GPO	2005	0.14659	1.4	4	0.0421	0.0454
	2006	0.17625	2.0	3	0.0475	0.0749
	2007	0.27895	11.8	15	0.046	0.0801
	2008	0.57065	5.0	16	0.0184	0.4306
	2009	0.51103	5.1	14	0.0568	2.0168
	2010	0.48527	7.7	12	0.072	4.0268
	2011	0.46409	6.2	11	0.088	3.1591
	2012	0.43581	7.5	10	1.4553	0.5202

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 3.5. Valor de σ_E , V_E , D , DPT , V_A , $SigA$ de empresas clasificadas con volatilidad σ_{EA} .

EMPRESA	PERIODO	σ_E	V_E	D	V_A	σ_A
AUTLAN CIA. MINERA	2005	0.008081	2	1	1.6431	0.0081
	2006	0.222941	1	1	1.1268	0.2227
	2007	0.958593	6	2	6.2506	0.9585
	2008	0.830531	8	3	8.3767	0.8304
	2009	0.749831	9	2	9.1511	0.7484
	2010	0.697789	9	2	8.5607	0.6962
	2011	0.721795	4	3	4.4184	0.7162
	2012	0.682112	4	3	3.7614	0.6721
GRUMA	2005	0.190150	20	17	2.031	0.1901
	2006	0.134720	24	17	2.4423	0.1346
	2007	0.157438	22	19	2.2144	0.1574
	2008	0.801264	5	42	0.4784	0.7989
	2009	0.926254	15	37	1.558	0.9023
	2010	0.845551	15	31	1.4991	0.8249
	2011	0.784200	16	28	1.6403	0.7661
	2012	0.744573	19	36	1.934	0.717

FUENTE: Elaboración propia

Tabla 3.5. Valor de σ_E , V_E , D , DPT , V_A , $SigA$ de empresas clasificadas con volatilidad σ_{EA} . (Continuación)

EMPRESA	PERIODO	σ_E	V_E	D	V_A	σ_A
GRUPO POCHTECA	2005	0.187720	3	1	0.3361	0.1877
	2006	0.549492	5	1	0.458	0.5494
	2007	0.914138	3	1	0.2653	0.9139
	2008	0.791704	3	2	0.2902	0.7916
	2009	0.727826	5	2	0.4571	0.7252
	2010	0.682081	4	2	0.438	0.6789
	2011	0.631621	5	1	0.4773	0.629
	2012	0.657686	16	1	1.6335	0.6565
SARE	2005	0.164275	6	3	7.0833	0.1725
	2006	0.143285	8	4	1.3658	0.7948
	2007	0.172547	7	5	2.2305	0.7442
	2008	0.796082	1	7	2.8997	0.6912
	2009	0.768545	2	6	0.9262	0.7038
	2010	0.704918	3	5	0.6799	0.6365
	2011	0.746317	1	4	4.9	0.1943
	2012	0.698393	1	3	7.6583	0.2249
SIMEC GRUPO	2005	0.537118	3	7	1.8123	0.6223
	2006	1.011343	31	6	3.1679	0.6146
	2007	0.862037	26	7	0.3342	0.1254
	2008	0.799175	14	11	0.373	0.1436
	2009	0.738443	21	8	0.6838	0.3368
	2010	0.675773	18	7	0.2324	0.6153
	2011	0.625716	18	7	0.5814	0.667
	2012	0.617294	32	7	1.0178	0.6446

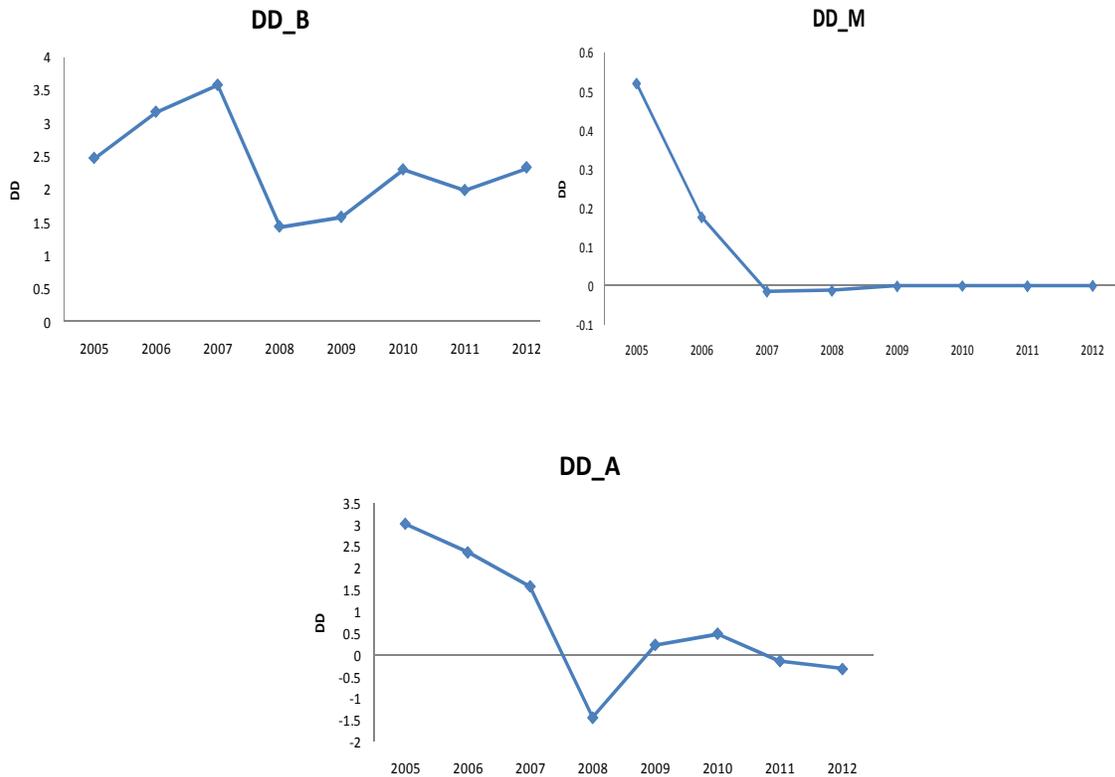
FUENTE: Elaboración propia

En las tablas 3.3, 3.4 y 3.5 se presentan los resultados a la clasificación de las 17 empresas respecto al rendimiento de la volatilidad lo que permite analizar los resultados obtenidos y establecer aproximación en el valor de DD y EDF para determinar al nivel de exposición al riesgo crédito donde las empresas con menor volatilidad en el rendimiento de los activos de mercado con respecto al valor de los pasivos tienen menor probabilidad de incumplimiento al determinar los valores de DD y EDF, por el contrario las empresas con volatilidad elevada en el valor de los activos presentan probabilidades de incumplimiento y se incrementa el riesgo crédito por la correspondencia perfecta entre DD y EDF.

3.4. Determinación de la distancia de incumplimiento y la frecuencia de incumplimiento esperada

Una vez obtenido el valor de los activos y la volatilidad de los activos y pasivos se establece el punto de incumplimiento esperado y se determina el valor de DD; la gráfica 3.3 presenta el resultado de la distancia de incumplimiento para las empresas clasificadas en función al nivel de su volatilidad.

Gráfica 3.3. Distancia de incumplimiento de las empresas agrupadas por nivel de volatilidad



Fuente: Datos propios con información de MATLAB

Los resultados que se observan en la gráfica 3.3 muestran la evolución del valor de DD representado en el eje vertical para cada nivel de volatilidad DD_B, DD_M y DD_A en el periodo de estudio de 2005 a 2012 expresado en el eje horizontal; el resultados de la distancia de incumplimiento para la agrupación DD_B muestra que en el periodo de 2005

a 2007 el valor se ubicó entre 2.4 a 4 lo que muestra que la probabilidad de incumplimiento es mínima y la variabilidad en el valor de los activos no impacta en el valor de las obligaciones lo que implica que el punto de incumplimiento no representa un riesgo de crédito para las empresas América Móvil, Fragua corporativo, grupo Herdez y grupo Posadas; para el periodo de 2007 a 2009 el valor de DD tuvo una disminución de 4 a 1.5 este resultado es congruente con el desempeño de los mercados afectado por la crisis económica mundial, pero este efecto presenta signos de recuperación incrementando el nivel de 1.5 a 2.5 para los periodos de 2008 a 2012 lo que indica que las empresas agrupadas en esta clasificación administraron la volatilidad del valor de los activos y controlaron el nivel de deuda adquirida.

Para la agrupación DD_M los valores de la distancia de incumplimiento se observa una reducción drástica de 0.5 a -0.04 para el periodo de 2005 a 2007, este resultado indica que la probabilidad de incumplimiento para las empresas Alfa, Alsea, Ara consorcio, Cemex, Corporación interamericana de entretenimiento, grupo México, grupo Kuo y Grupo Lamosa es mayor a lo observado en la agrupación DD_B por la variabilidad en el valor de los activos respecto a los pasivos que es elevada y implica que la distancia de incumplimiento eleva la probabilidad de insolvencia y el riesgo crediticio establecido por el nivel de deuda adquirida; para el periodo de 2007 a 2009 el valor de DD muestra reducción de -0.05 a 0.0 lo que refuerza el efecto de la crisis económica mundial, para el periodo de 2008 a 2012 hay una ligera recuperación de 0.0 a 0.08 que indica un desempeño bajo y eleva la condición de insolvencia.

La agrupación DD_A presenta valores de la distancia de incumplimiento de 3 a -0.05 para el periodo de 2005 a 2007, este resultado corrobora la alta volatilidad que las empresas Autlan compañía minera, grupo GRUMA, grupo Pochteca, Sare, Grupo Simec presento previo al evento de crisis que los mercados. Y la probabilidad de incumplimiento es mas es mayor a lo observado en las agrupaciones DD_B y DD_B por la variabilidad en el valor de los activos respecto a los pasivos lo que implica que la distancia de incumplimiento de insolvencia está fuertemente correlacionada con el riesgo de insolvencia y el nivel de deuda limita las estrategias de inversión de la empresa; para

el periodo de 2007 a 2009 el valor de DD muestra mayor volatilidad con valores negativos de -2 a -0.05 que hacen vulnerable a efectos exógenos que pongan en riesgo la viabilidad de la empresa en el mediano y largo plazo.

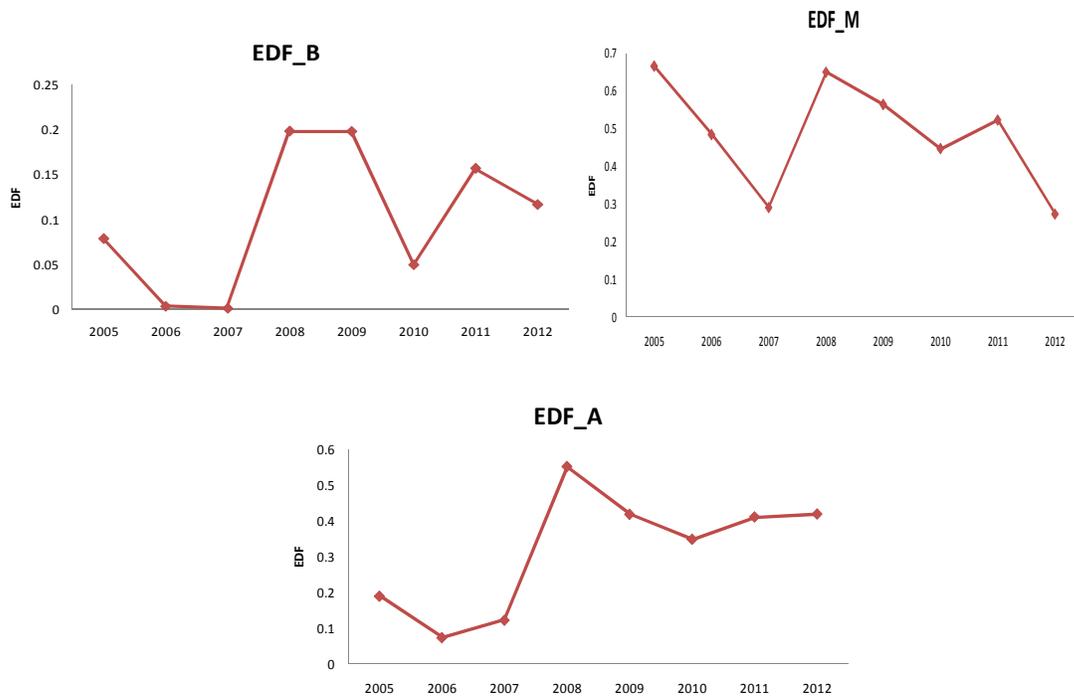
El valor de DD encontrados en este trabajo revela efectos sistemáticas para los periodos de 2006 a 2008 de las tres clasificaciones lo que indican que las variaciones del mercado y la economía mundial son factores que impactan directamente el rendimiento de las empresas y la exposición al riesgo a problemas de insolvencia.

Con los resultados obtenidos se corrobora lo que la teoría del modelo KMV indica sobre los resultados que se obtienen al determinar DD, cuando la exposición al riesgo es baja los valores serán cercanos a cero o negativos lo que indica que la capacidad de cubrir las obligaciones de corto plazo limitadas con probabilidades de incumplimiento y riesgo de quiebra. Los resultados obtenidos permiten conocer el poder predictivo en el resultado de DD para la clasificación que se utilizó donde DD_A presento resultados con riesgos elevados y una alta vulnerabilidad a problemas de insolvencia; las empresas que presentan estos resultados son Autlan compañía minera que pertenece al sector minero y metales, este sector aporta al PIB en México más del 2%, por lo que si la empresa tiene riesgo crédito elevado y presenta problemas de insolvencia, la producción en este sector se afectará repercutiendo las variable macroeconómica del PIB en una proporción en un 2%. La empresa Gruma pertenece al sector molienda de granos y de semillas oleaginosas y aporta el 6.7% del valor del PIB, lo que implica que la presencia de insolvencia en esta empresa impacta directamente en la producción y consumo de este artículo de primera necesidad afectado al mercado nacional e internacional. Otra empresa clasificada en la agrupación DD_A es grupo Pochteca, perteneciente al sector comercio al por mayor de bienes no durables, sector estratégico por la característica como distribuidor de productos de consumo final, tiene un impacto en la generación de empleos directos y en la producción de bienes de consumo, el aporte que este sector tiene para el PIB es del 4%. También se encuentra la empresa SARE que pertenece al sector de construcción considerado relevante para el desarrollo de infraestructura que proporciona bienestar social, este sector aporta al PIB el 7%, los problemas de insolvencia que afecten a las

empresas de este sector debilitaría la actividad restringiendo la oferta de casas y edificios de interés social afectando al consumidor y la inversión del sector. Por último se encuentra la empresa grupo Simec, del sector fabricación de estructuras metálicas y productos de herrería, encargado de cubrir materiales primarios a sectores como el de construcción, aeroespacial, minero, naval, transporte.

El resultado que se obtiene al determinar la distancia de incumplimiento sirve para el cálculo del valor de la frecuencia esperada de incumplimiento que es efecto de la ocurrencia relacionada al número de veces que la deuda sobrepasa el umbral de incumplimiento y la probabilidad de infringir el pago a los acreedores o tenedores de la deuda. La gráfica 3.4 presenta los resultados del cálculo de la frecuencia de EDF para la clasificación de las empresas analizadas por el nivel de volatilidad.

Gráfica 3.4. Frecuencia esperada de incumplimiento de las empresas agrupadas por nivel de volatilidad



Fuente: Datos propios con información de MATLAB.

La gráfica 3.4 presenta las variaciones del valor de EDF para la clasificación de las empresas por nivel de volatilidad respecto al rendimiento, observando las diferencias entre las empresas con EDF_B, EDF_M y EDF_A, la última con la agrupación de las empresas más riesgosas con probabilidad alta de condiciones a problemas de insolvencia y riesgo crédito por tener el nivel cercano a 1 lo que indica una perfecta relación de la frecuencia a la distancia de incumplimiento.

Los desplazamientos observados en el resultado de EDF tienen un comportamiento como lo establece el modelo KMV en la obtención de la correspondencia de la frecuencia de incumplimiento con la distancia de incumplimiento con el mayor valor de DD con tendencia a cero y probabilidad de riesgo de crédito perfecto. El resultado obtenido asume condiciones de control en los activos y administración en los pasivos permitiendo asumir la capacidad de pago ante los acreedores en condiciones de inestabilidad económica. La relación entre la frecuencia de EDF con respecto al valor de DD tiende a cero y es negativo, si el resultado de EDF es uno la correspondencia entre ambos valores se encontrarán en el cuadrante negativo lo que significa que los activos tienen menor valor de mercado absorbido por el valor de mercado de la deuda en el periodo de un año donde la empresa tendrá poca probabilidad de cubrir los compromisos de las obligaciones por haber cruzado el punto de incumplimiento definido por las deudas de corto más la mitad de la deuda de largo plazo afectando negativamente negociar refinanciar la deuda con los acreedores y las instituciones de financieras.

La tabla 3.6 presentan los resultados obtenidos al evaluar las 17 empresas agrupadas por el nivel de riesgo para obtener el valor de la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento para obtener el nivel de riesgo crédito que el modelo KMV determina.

Tabla 3.6. Resultados de la evaluación al modelo KMV

PERIODO	σ_{EB}				σ_{EM}				σ_{EA}			
	VA	Sig_A	DD	EDF	VA	Sig_A	DD	EDF	VA	Sig_A	DD	EDF
2005	0.09	0.22	2.46	0.08	1.18	0.14	0.52	0.66	0.68	0.22	3.01	0.19
2006	0.14	0.19	3.16	0.00	1.21	0.21	0.18	0.48	1.38	0.41	2.35	0.07
2007	0.18	0.19	3.57	0.00	1.08	0.27	- 0.01	0.29	1.27	0.61	1.57	0.12
2008	0.11	0.33	1.43	0.20	0.53	0.54	- 0.01	0.65	0.63	0.80	- 1.44	0.55
2009	0.14	1.66	1.58	0.20	0.94	1.40	- 0.00	0.56	1.05	0.77	0.23	0.42
2010	0.20	0.28	2.29	0.05	1.07	1.54	0.00	0.45	0.98	0.71	0.49	0.35
2011	0.31	2.29	1.98	0.16	0.72	1.53	- 0.00	0.52	0.89	0.69	- 0.14	0.41
2012	0.30	0.90	2.32	0.12	1.26	0.85	0.00	0.27	1.44	0.66	- 0.33	0.42

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 3.6 se presentan los resultados del modelo KMV aplicado a las 17 empresas seleccionadas agrupadas por nivel de volatilidad en el valor de mercado de los activos; se resume los valores obtenidos a partir del valor de mercado de los activos, la volatilidad, el valor contable de la deuda y la suma de la deuda de corto plazo y la mitad de la deuda de largo plazo incorporándole el valor de la tasa libre de riesgo para resolverlo mediante un sistema de ecuaciones que el modelo considera y así obtener la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento.

Los resultados de la tabla 3.6 presenta la agrupación por nivel de volatilidad, donde los valores de DD para σ_{EB} de 1.43 a 3.57 con correspondencia de EDF de 0.00 a 0.16, las empresas con estos resultados son América Móvil, Fragua Corporativo, Grupo Herdez y Grupo posadas con un nivel de volatilidad indicando que el riesgo crédito para estas empresas es optimo para efectuar estrategias de expansión mediante el apalancamiento financiero.

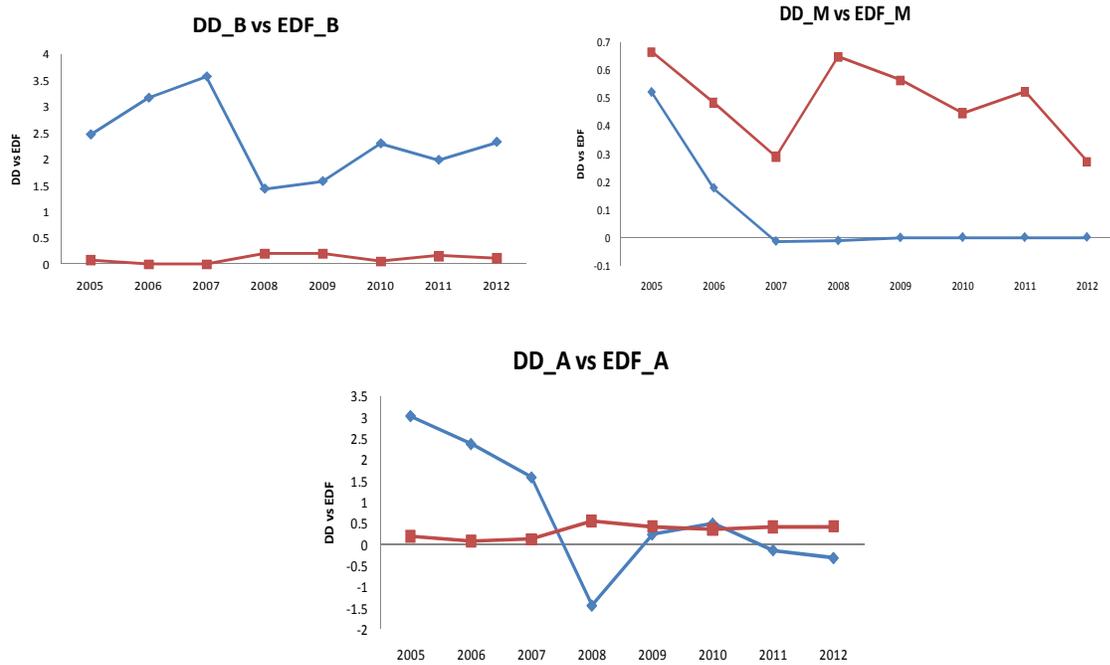
Los resultados obtenidos en la agrupación σ_{EM} de la tabla 3.6 muestra valores de DD de (0.01) a 0.52 con la probabilidad de EDF de 0.27 a 0.66 de las empresas grupo Alfa, Alsea, consorcio Ara, Cemex, Corporativo Interamericano de Entretenimiento, grupo México, grupo Kuo, grupo Lamosa, estas empresas presentan probabilidades de incumplimiento mayor al 50% respecto al nivel de deuda para el periodos de 2008 a 2009 alcanzando valores que consumen la totalidad de los activos afectando la calidad del

valor de la empresa que le permite hacer frente ante contingencias a situaciones de crisis sin posibilidades de atender las obligaciones mediante la negociación de la deuda a raíz de tener el nivel de riesgo crédito elevado. El ajusta adecuadamente los resultados para esta agrupación con el valor de DD y la frecuencia de EDF de 0.66 para el periodo de 2005 fecha en que aun el mercado no visualizaba efectos de crisis económica en México, para el 2008 el valor fue de 0.65 que es similar al obtenido en el periodo anterior donde el efecto de crisis ya se vislumbraba a nivel mundial.

Por último, el resultado obtenido para la agrupación σ_{EA} de la tabla 3.6 muestra valores de DD de (1.44) a 3.01 con la probabilidad de EDF de 0.07 a 0.55 para las empresas Autlan compañía minera, grupo Pochteca, grupo Gruma, Sare y grupo Simec. El resultado es contrario a lo esperado respecto al nivel de volatilidad del valor de mercado de los activos superiores al 60%, lo que indica que las probabilidades de incumplimiento son similares a los observados en la agrupación σ_{EM} . No obstante se observa para el año de 2005 una disminución drástica hasta llegar a tener valores negativos en 2008 fecha en que se presentó la crisis financiera que afectando a los siguientes periodos, hasta que se presentó esta condición para los años 2011 y 2012.

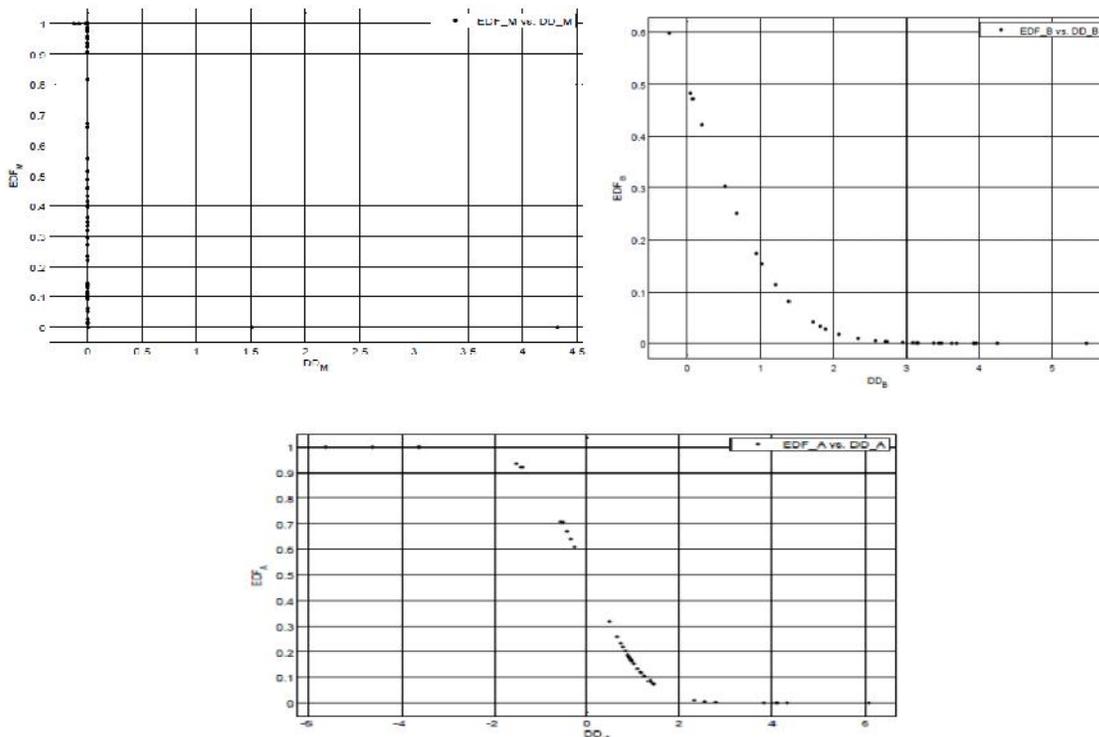
Para corroborar los resultados obtenidos, lo siguiente es determinar la relación de correspondencia entre los resultados de DD y EDF para conocer el número de respuestas y frecuencias existentes. La gráfica 3.5 presenta esta relación que permite determinar el número de veces en que las respuestas y los movimientos tuvieron sincronía con el objetivo de extender esta medida de riesgo ordinal a una cardinal o medida de probabilidad que permitan corroborar el modelo ante expectativas de incumplimiento históricas ante la ocurrencia de incumplimiento esperada como función de la distancia de incumplimiento. Esto se logra comparando las distancias de incumplimiento calculadas y la tasa de incumplimiento observadas para el mismo grupo de volatilidad.

Gráfica 3.5. Relación DD y EDF de empresas agrupadas por nivel de volatilidad



Fuente: Datos propios con información de MATLAB.

Gráfica 3.6. Relación EDF y DD de empresas grupadas por nivel de volatilidad



Fuente: Datos propios con información de MATLAB.

La gráfica 3.5 y 3.6 confirman la veracidad del cálculo de la correspondencia entre los valores de DD y EDF; para la agrupación DD_M y EDF_M la correspondencia forma una curva cóncava que de acuerdo al modelo es la mejor relación encontrada para interpretar que explica la variabilidad de los valores ante un incremento en la volatilidad y la relación del nivel de deuda considerando que en periodos de crisis la escasez de crédito es sinónimo de incertidumbre para las empresas que no cuentan con un nivel adecuado de activos para afrontar el incremento de instituciones que ejercerán su derecho a recuperar el monto financiado ante esta la condición de crisis que limita los recursos líquidos necesarios para refinanciar la deuda, esta imposibilidad se presenta en situaciones de incertidumbre que genera una probabilidad de incumplimiento para la empresa al aplicar decisiones de inversión poco efectivas para conservar recursos disponibles que le permitan afrontar obligaciones en el futuro.

Por lo anterior, la relación observada entre los valores de DD_B y EDF_B no producen una figura cóncava, lo que implica que este grupo de empresas muestran un nivel de concentración de deuda similar y las variaciones son mínimas y hacen que el riesgo de insolvencia sea no significativo por la proximidad con los valores que determina la teoría, por el contrario, los valores de las agrupaciones DD_A y EDF_A son con forma de una figura cóncava y convexa a consecuencia de valores negativos que representan un nivel de riesgo crédito elevado con tendencia a problemas de insolvencia para los años 2006 a 2009 producto de la inestabilidad financiera del mercado Mexicano.

En cada uno de los resultados se confirma la veracidad del modelo KMV que expone la existencia de una correspondencia entre las variables de mercado y las contables para con este resultado determinar un valor real de la distancia de incumplimiento que es el objetivo que el modelo persigue para cada caso de agrupación y este resultado se corrobora al determinar la frecuencia esperada de incumplimiento que estima el número de ocurrencias de una probabilidad de incumplimiento para el periodo de un año.

Comentario final

El modelo KMV se aplicó a empresas mexicanas que cotizan en la bolsa de valores que constituyen la mejor fuente de información sobre el valor de mercado de la empresa. Los resultados obtenidos permitieron establecer la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento para la muestra mediante la agrupación por niveles de volatilidad permitiendo asignarle probabilidades de incumplimiento al valor de mercado y a las cotizaciones de la empresa para el nivel de apalancamiento. Al utilizar información de mercado, el modelo proporciona tanto una advertencia rápida y segura de los cambios en el riesgo de crédito como una vista precisa a la fecha del valor de una empresa y su condición ante periodos de crisis del mercado financiero.

La estimación de la probabilidad de incumplimiento a partir del valor de mercado de la empresa, hace que la correlación entre las empresas y la volatilidad responda en la misma intensidad que los efectos exógenos del mercado a medida que cambia la situación de la economía y el nivel de endeudamiento por lo que la metodología que se describe en fenómeno se considera como un efecto como pro-cíclica.

Una vez comprobada la efectividad de pronóstico del modelo KMV es necesario evaluar el desempeño de la empresa desde el marco del análisis contable y establecer condiciones de control del valores de mercado para identificar el grado de robustez financiera que la empresa tiene en el momento en que se presente condiciones de incertidumbre y problemas de insolvencia mediante el uso de razones financieras que identifiquen criterios de fortaleza al interior de la organización. Como se mostró en este capítulo existen sectores económicos vulnerables a perturbaciones en el mercado lo que hace evidente medir el impacto de las fortalezas en las empresas mexicanas agrupadas en sectores económicos.

CAPÍTULO 4. APLICACIÓN EMPÍRICA DEL MODELO DE PANEL DE DATOS PARA IDENTIFICAR LA FORTALEZA FINANCIERA DE EMPRESAS MEXICANAS AGRUPADAS EN SECTORES ECONÓMICOS

En este capítulo se aplica un modelo económico para identificar la robustez financiera de las empresas mexicanas que participan en la bolsa de valores utilizando los métodos de las finanzas corporativas con el uso de razones financieras que analiza de forma conjunta por medio del uso de técnicas econométricas de datos de panel se establezca el nivel de robustez de las empresas ante condiciones de incertidumbre a problemas de insolvencia donde la volatilidad desestabiliza los mercados.

4.1. El modelo de datos de panel para identificar la fortaleza financiera

El estudio parte del procedimiento de corte transversal para analizar observaciones de uno o más individuos, empresas, estados, países de diferentes entidades en series de tiempo lo que permite capturar la heterogeneidad de las observaciones y mejorar la calidad de la información que es relevante para el análisis porque minimiza la colinealidad y el sesgo entre variables, esta característica hace que la técnica de datos de panel sea una herramienta poderosa para identificar efectos que no son observados por la técnica de series de tiempo convencional y la de corte transversal, con esta ventaja se mide el comportamiento del conjunto de las variables y se incorporan niveles jerárquicos en la información para mejorar el análisis.

La técnica de datos de panel requiere de aplicar a observaciones que cuando se obtienen en intervalos regulares se denominan paneles balanceados, la estructuras de datos que corresponden a intervalos de tiempo que no son regulares y se denominan paneles no balanceados, un inconveniente de la técnica de datos de panel corresponde al esfuerzo para conformar el panel y cuidar la congruencia de la información que este trabajo es mayor al que si se realiza al construir la base de datos de series temporales.

Para seleccionar la técnica de datos de panel que se debe utilizar es necesario identificar el comportamiento de los datos del panel si es corto o largo; para un panel corto el número de observaciones de corte transversal, N , es mayor al número de periodos T y en un panel largo el número de periodos T , es mayor al número de observaciones N que corresponde al número de periodos. Como segunda acción se determina el tipo de estimación que se debe realiza por medio del algoritmo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO), mínimos cuadrados con variables dicotómicas, el modelo de efectos fijos, o el modelo de mínimos cuadrados con efectos aleatorios.

Para la estimación de datos de panel por medio de mínimos cuadrados ordinarios se utiliza el modelo de la ecuación 4.1.

$$Y_{it} = \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_n X_{nit} + u_{it} \quad (4.1)$$

donde:

- β_1 - La intersección para cada variable,
- Y_{it} - Corresponde a la variable dependiente i en el tiempo t ,
- X_{it} - Representa a la variable independiente i en el tiempo t ,
- β_i - Coeficiente para la variable independiente i
- u_{it} - Es el término de error i en el tiempo t ,
- i - Es la i -ésima variable
- t - Es el periodo t

La técnica de mínimos cuadrados ordinarios aplicada a datos de panel considera que las variables explicativas son estrictamente exógenas y el término de error se distribuye de forma independiente e idéntica con media cero y varianza constante $u_{it} \sim iid(0, \sigma_u^2)$; estas características permiten identificar los problemas de correlación serial y el sesgo en el término de error de las variables de análisis que se utilizan en las pruebas estadísticas que aprovechan la información agrupada de los errores para explicar el modelo de

acuerdo al tratamiento de los coeficientes β_i ; se elije entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos variables.

Para tomar en cuenta la naturaleza del comportamiento financiero se estiman las razones financieras que determinan el nivel de robustez financiero de cada uno de los sectores económicos analizado, para este fin se utiliza un modelo de datos de panel con efectos fijos al que incorporaron variables dicotómicas y el modelo de efectos aleatorios para comparar los resultados y establecer cual ofrece mayor utilidad.

La tabla 4.1 presenta la clasificación de empresas de acuerdo al sector económico en el que opera

Tabla 4.1. Clasificación de las empresas por sector económico

Clasificación sectorial	# Empresas
Agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, pesca y caza (AGAFPC)	3
Comercio al por mayor (CM)	13
Construcción (C)	4
Industrias manufactureras (IM)	23
Información en medios masivos (IMM)	5
Minería (M)	3
Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas (SATPAB)	12
Total de empresas	63

Fuente: Elaboración propia

Las finanzas corporativas utilizan la información de las razones financieras para realizar un conjunto de estudios, de acuerdo con Ross, Westerfiel y Jaffe (2005), el uso de la razón de liquidez permite conocer la factibilidad de convertir los activos de una empresa en efectivo, por lo tanto mientras más líquidos sean los activos menos será la probabilidad de que llegue a la insolvencia, por otro lado la razón de cobertura de intereses indica cuantas veces se pagará las obligaciones de corto plazo con el ingreso operativo antes del pago de intereses e impuestos, mientras que la razón de endeudamiento mide el nivel de obligaciones que tiene la empresa con terceros en relación al valor de los activos y el compromiso que se ejerce sobre ella; el análisis de las

razones ofrece información parcial por lo que la idea de estudiarlas en conjunto para medir la fortaleza de la empresa en el corto y largo plazo permite considerar una señal de robustez de la empresa y conocer qué fortaleza tendrán la empresa para cumplir con las obligaciones y compromisos de corto y largo plazo.

Para realizar el estudio se seleccionó a las razones financieras que definen una función que muestre la fortaleza de la empresa:

- | -Razón de DB a CC,
- Razón de EBIT a DB,
- Razón de PT a AT,
- Razón de Cobertura de intereses
- Razón de LC,
- Razón de ROA,
- Razón de AF.

El detalle y la formulación de las razones financieras definidas para el análisis de la robustez financiera se encuentran en el anexo 3 del presente trabajo para mayor referencia.

El modelo que permite establecer la fortaleza financiera de la empresa corresponde a una combinación lineal de las razones financieras de: Liquidez, deuda bruta / capital contable, EBIT / deuda bruta, pasivo total / activo total, EBIT / gastos financieros, rendimiento de activos y apalancamiento financiero, estas se utilizan como variables independientes, del modelo las razones seleccionadas explican parcialmente el comportamiento de la empresa y se calculan de forma conjunta para obtener mayor relevancia dentro del análisis financiero de la empresa y permite establecer un indicador de la robustez financiera.

La técnica de datos de panel se seleccionó y se aplicó a una muestra de razones financieras de 63 empresas mexicanas que cotizan en la Bolsa Mexicana de Valores (BMV), la muestra representan los principales sectores de la economía en el periodo 2006

a 2012. La información que se seleccionó corresponde a información trimestral en base anual que se encuentra en la BMV, información que está disponible en la base de datos de Economática, la base de datos se complementó con información de los reportes financieros anuales de cada empresa de la muestra, el criterio de clasificación que se utilizó fue que las empresas estuvieran vigentes en la BMV para el periodo de estudio, se prefirió a las empresas con información disponible y homogénea; y por último se validó que la información de los estados financieros y los balances generales para referir las cifras a precios constantes de diciembre de 2013 para la comparación en el tiempo de estudio.

Los resultados del análisis se obtuvieron con ayuda del modelo de datos de panel, las variables corresponden a las razones financieras de los sectores económicos que es la forma agregada que se utilizó para analizar a las empresas, el modelo se define como:

$$RF_{it} = \beta_1 DB_CC_{1it} + \beta_2 EBIT_DB_{2it} + \beta_3 PT_AT_{3it} + \beta_4 EBIT_GF_{4it} + \beta_5 ROA_{5it} + \beta_6 AF_{6it} + U_{it} \quad (4.2)$$

donde:

- RF_{it} – Robustez financiera,
- DB_CC_{1it} – Razón de deuda bruta a capital contable,
- $EBIT_DB_{2it}$ – Razón de EBIT a deuda bruta,
- PT_AT_{3it} – Razón de pasivo total a activo total,
- $EBIT_GF_{4it}$ – Razón de cobertura de intereses,
- ROA_{5it} – Razón de rendimiento de activo,
- AF_{6it} – Razón de apalancamiento financiero,
- β_i – Coeficiente para las variables independientes
- U_{it} – Es el término de error i en el tiempo t,
- i – Es la i-ésima empresa agrupada en sectores económicos
- T – Es el periodo t

La estimación de la variable de robustez incorpora el efecto del conjunto de razones financieras, en el modelo se hace el supuesto de que la intersección o constante, es única para cada sector económico y el intercepto α_i se determinan a partir de los datos de panel.

4.1.1. El modelo de efectos fijos

El modelo de efectos fijos, o de mínimos cuadrados con variables dicotómicas incorpora la heterogeneidad que cada variable posee y permite que cada variable tengan su propio intercepto para establecer las diferencias bajo el supuesto de que no debe variar con el tiempo, de ahí el término de efecto fijo. Si el intercepto se expresara como α_{it} indica que el intercepto de cada variable cambia y los coeficientes de las variables de análisis varían en el tiempo.

En el modelo de efectos fijos el uso de las variables dicotómicas o binarias con intercepto diferencial, se expresa por la ecuación 4.3:

$$Y_{it} = \alpha_i + \alpha_2 D_{2i} + \alpha_3 D_{3i} + \dots + \alpha_n D_{ni} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_n X_{nit} + u_{it} \quad (4.3)$$

donde:

D_{ni} – Es la variable dicotómica

α_i – Es el intercepto para cada variable invariante en el tiempo

De acuerdo a Stock y Watson (2003) la prueba de efectos fijos permite conocer si el efecto no observado de la variable no cambia con respecto al tiempo, por lo que cualquier cambio que muestre la variable dependiente será por influencias de las características fijas.

El modelo de efectos fijos permite medir la correlación de los x_{1it}, \dots, x_{kit} con el parámetro α_i sin hacer una especificación concreta con la condición de realizar un análisis de α_i ; de esta forma el modelo permite que los errores u_{it} no estén correlacionados con las variables de la ecuación 4.3.

$$E[u_{it} | \alpha_1, x_{1it}, \dots, x_{kit}] = 0 \quad (4.4)$$

de la ecuación 4.4 se deduce que:

$$E[y_{it} | \alpha_1, x_{1it}, \dots, x_{kit}] = \beta_1 x_{1it} + \dots + \beta_k x_{kit} + \alpha, \text{ y}$$

$$\frac{\delta E[y_{it} | \alpha_1, x_{1it}, \dots, x_{kit}]}{\delta x_{j,it}} = \beta_j \quad (4.5)$$

El término β_j de la ecuación 4.5 captura el efecto marginal de la variable endógena con respecto al término de error u_{it} , donde los coeficientes de las regresiones estarán correlacionados con u_{it} , pero solo podrá ocurrir esta correlación en lo correspondiente a la constante en el tiempo; esta condición resulta necesaria para llevar a cabo la prueba para obtener los parámetros α'_n s y β'_j s en forma conjunta asumen que el término de error sesga el análisis de las variables, por lo que la prueba de efectos fijos permite establecer si los efectos no observados y su comportamiento en el tiempo afectan la relación entre la variable dependiente y las variables independientes que ocasionan poca significancia del modelo de regresión para el análisis a corto o largo plazo.

Un supuesto del modelo de efectos fijos es que las características invariables en el tiempo son únicas y no deben estar correlacionadas con las características individuales para hacer inferencias adecuadas a partir de las variables. Uno de los inconvenientes al utilizar efectos fijos es el riesgo de perder muchos grados de libertad que provoca problemas de multicolinealidad.

El modelo de efectos fijos no siempre es eficiente, por tanto, es necesario realizar la prueba de efectos aleatorios, para establecer si es mejor utilizar el modelo de efectos fijos o el de efectos aleatorios.

4.1.2. El modelo de efectos aleatorios

El modelo de efectos aleatorios tiene la misma especificación que el modelo de efectos fijos con la diferencia de que X_i en lugar de ser un valor fijo y constante a lo largo del

tiempo para cada observación es una variable aleatoria con valor medio \bar{X} y varianza $\text{Var}(X_i) = 0$ y la especificación del modelo corresponde a:

$$Y_{it} = \beta_{1i} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + u_{it} \quad (4.6)$$

donde:

- β_{1i} – La intersección para cada i-esima variable,
- Y_{it} – Corresponde a la variable dependiente i en el tiempo t,
- X_{it} – Representa a la variable independiente i en el tiempo t,
- β_i – Coeficiente para la variable independiente i,
- u_{it} – Es el término de error i en el tiempo t,
- i – Es la i-ésima variable,
- t – Es el periodo t.

A diferencia del modelo de efectos fijos que mantiene al parámetro β_{1i} fijo, el modelo de efectos aleatorios establece que es una variable aleatoria con un valor medio igual a β_1 por lo que el intercepto se expresa por:

$$\beta_{1i} = \beta_1 + \varepsilon_i \quad (4.7)$$

donde ε_i es un término de error aleatorio con valor medio igual a cero y varianza de σ_ε^2 , que indica que las razones financieras de las empresas que se agrupan en sectores económicos tienen una media común para el intercepto β_1 y las diferencias individuales con respecto al intercepto de cada empresa se reflejan en el término de error ε_i .

al sustituir 4.7 en 4.6 se obtiene:

$$\begin{aligned} Y_{it} &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \varepsilon_i + u_{it} \\ &= \beta_1 + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + w_{it} \end{aligned} \quad (4.8)$$

donde

$$w_{it} = \varepsilon_i + u_{it} \quad (4.9)$$

El término ε_i es un componente de error de corte transversal y u_{it} es la combinación del componente de error de la series de tiempo.

Con el modelo se minimiza la varianza de la estimación, a pesar de perder consistencia con respecto al modelo de efectos fijos hace más exacto el cálculo del valor del parámetro el cual tendrá mayor sesgo que el modelo de efectos fijos.

4.1.3. La prueba de Hausman

Para evaluar la consistencia de los parámetros de la regresión y seleccionar el modelo de datos de panel que es más adecuado se utiliza la prueba de Hausman, que permite evaluar el comportamiento que tiene la relación entre el término de error y la correlación con los coeficientes de la regresión bajo la hipótesis nula de que $H_0: E[\varepsilon_i | X_{it}] = 0$, así, el estadístico de Hausman converge en una distribución chi-cuadrada χ_{NT}^2 :

$$Q_{EF,EA} = (\beta_{EF} - \beta_{EA})' (\sigma_{\beta_{EF}}^2 - \sigma_{\beta_{EA}}^2)^{-1} (\beta_{EF} - \beta_{EA}) : H_0 \chi_{NT}^2 \quad (4.10)$$

De la ecuación 4.10, se asume que $Q_{EF,EA}$ es el cociente del cuadrado de la diferencia entre los dos estimadores y la diferencia entre las varianzas calculada en el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios. Así, bajo H_0 , tanto el modelo de efectos fijos como el modelo de efectos aleatorios son consistentes y la diferencia entre los estimadores debe ser pequeña. Si el estimador β_{EA} es más eficiente que β_{EF} , la varianza será pequeña o la diferencia entre las varianzas es grande; y esta combinación dará como resultado un valor del estadístico $Q_{EF,EA}$ cercano a 0 lo que implica rechazar la hipótesis nula. Si, por el contrario, H_0 no es cierta, entonces β_{EF} es consistente pero β_{EA} no lo es, por lo que debe haber diferencia notable entre los valores de estos estimadores para que el valor del estadístico $Q_{EF,EA}$ sea alto y así rechazar la hipótesis nula.

Hausman y Taylor (1981) demostraron que la hipótesis de la prueba se contrasta utilizando cualquier par de diferencias $\beta_{MCG} - \beta_{EF}$, $\beta_{EA} - \beta_{EF}$ o $\beta_{EF} - \beta_{BG}$, en donde β_{BG} es el estimador entre grupos. Una vez que se ha intercambiado las diferencias y las varianzas se obtienen una matriz no singular.

Para el modelo de dos factores, la prueba de Hausman se basa en la diferencia entre el estimador de efectos aleatorios por mínimos cuadrados generalizados y el estimador de efectos fijos con variables dicotómicas individuales y de tiempo, sólo que la equivalencia de la comparación intercambiando los estimadores β_{MCG} , β_{EF} , β_{EA} no se mantiene en este caso, aunque otro tipo de equivalencias han sido establecidas como lo refiere Baltagi (2001).

4.2. El modelo datos de panel para identificar la fortaleza financiera

Previo a analizar las razones financieras mediante el modelo de efectos fijos es necesario conocer la distribución n-dimensional y obtener el coeficiente de correlación que muestra por pareja de variables el grado de impacto y relación que tiene una respecto de la otra variable. Para analizar la interdependencia de las variables, se presenta en la tabla 4.2 la matriz de correlación de las variables independientes del modelo.

Tabla 4.2. Matriz de Correlación de las razones financieras.

g	rf	db_cc	ebit_db	pt_at	ebit_tgf	roa	af
rf	1						
db_cc	-0.1711	1					
ebit_db	0.095	0.0161	1				
pt_at	-0.6486	0.236	-0.0361	1			
ebit_tgf	-0.0823	-0.0239	-0.0137	0.0514	1		
roa	0.2952	-0.0538	0.1214	-0.1971	0.0232	1	
af	0.0388	-0.2514	0.0114	-0.0219	0.0148	-0.0057	1

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.2 presenta la existencia de correlación negativa entre las variables DB/CC, PT/AT, ABIT/TGF y, una correlación positiva entre ROA y RF, lo que resulta lógico de acuerdo con el incremento del rendimiento sobre los activos describe que entre mayor sean las razones financieras que evalúan a los activos, los resultados de las razones

financieras que evalúan el nivel de deuda o nivel de apalancamiento tendrán valores bajos y esto confirma la matriz de correlación.

Estos resultados permiten identificar que las razones financieras determinadas para el análisis de la fortaleza financiera de las empresas agrupadas en sectores económicos muestran resultados acordes al comportamiento financiero que explican las razones, motivo por el cual se afirma que las razones utilizadas son adecuadas para estudiar el fenómeno de la fortaleza financiera mediante sectores económicos, el siguiente paso dentro del análisis del modelo de panel de datos es realizar la estimación de las variables de estudios mediante la estimación de mínimos cuadrados ordinarios. El objetivo de mostrar la estimación por mínimos cuadrados ordinarios en el modelo de datos de panel, es evidenciar los resultados sin considerar ajustes o bondades que la econometría permite incorporar en los estudios de panel de datos.

La metodología del estudio, implica una primera aproximación en la que no se definen variables dicotómicas. Una vez definido la estructura de datos de panel con atributos de panel largo y balanceado se realiza la primera regresión por mínimos cuadrados ordinarios, la estimación de los parámetros se presentan en la tabla 4.3.

Tabla 4.3. Estimación por mínimos cuadrados ordinarios

Source	SS	df	MS	Numero de obs =	392
Model	386.983572	5	77.3967143	F(5, 386)	= 64.12
Residual	465.906921	386	1.20701275	Prob > F	= 0.0000
Total	852.890492	391	2.18130561	R-squared	= 0.4537
				Adj R-squared	= 0.4467
				Root MSE	= 1.0986

rf	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
db_cc	-0.0001938	.0005088	-0.38	0.704	-.0011942	.0008067
ebit_db	0.0001557	.0001141	1.37	0.173	-.0000685	.00038
pt_at	-0.0723080	.0047111	-15.35	0.000	-.0815707	-.0630453
ebit_tgf	-0.0006709	.0004588	-1.46	0.145	-.001573	.0002313
roa	0.1502468	.0341274	4.40	0.000	.0831475	.2173462
af	0.0014718	.0024931	0.59	0.555	-.00343	.0063736
_cons	5.8615330	.2319534	25.27	0.000	5.405479	6.317587

Fuente: Elaboración propia

Los resultado de la tabla 4.3 muestran que la regresión tienen una $Prob > F$ significativa, con un ajuste de la regresión de R^2 igual a 0.4537 y un valor de R^2 ajustado de 0.4467, de este resultado se asume que la variable independiente solo explica el 45% del comportamiento, para mejorar el nivel de explicación se debe adecuar el modelo e incorporar los efectos fijos en los datos de panel para observar heterogeneidad de la información de los sectores analizados.

4.3. Estimación del modelo de efectos fijos

Con el modelo de efectos fijos se establece la relación causal de las razones financieras para cada sector económico y determinar la robustez financiera de las empresas en conjunto, al incorporar los efectos fijos se busca recuperar la información individual que de otra forma se incorpora al término de error (u). La primera aproximación del modelo de mínimos cuadrados ordinarios se presenta en la tabla 4.4

Tabla 4.4. Modelo de efectos fijos entre grupos sin variables dicotómicas

Modelo de regresión de efectos-fijos (within)		Variable de grupo: sector	
R-Cuadrado		Numero de obs =	392
		Numero de grupos =	7
		Observaciones por grupo:	
within (dentro) =	0.3936	min =	56
between (entre) =	0.4616	avg =	56
overall (total) =	0.4393	max =	56
corr(u_i , X_b) = 0.1498		F(6,379) =	41.00
		Prob > F =	0.0000

rf	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]	
db_cc	-0.0000473	.0002785	-0.17	0.865	-.000595	.0005004
ebit_db	0.0001871	.0000652	2.87	0.004	.0000589	.0003153
pt_at	-0.0654825	.0047481	-13.79	0.000	-.0748183	-.0561466
ebit_tgf	0.0001108	.0002743	0.40	0.686	-.0004285	.0006501
roa	0.0399038	.0198475	2.01	0.045	.0008788	.0789289
af	0.0008037	.0013663	0.59	0.557	-.0018827	.0034901
_cons	5.682266	.2270909	25.02	0.000	5.23575	6.128782
sigma_u	1.0205472					
sigma_e	0.59928854					
rho	0.74358811	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all $u_i=0$: F(6, 379) = 152.00 Prob > F = 0.0000

Fuente: Elaboración propia

De los resultados de la tabla 4.4 se observa una relación en el conjunto de las razones financieras de cada sector que participan en la estimación del modelo con un intercepto común, para detallar el análisis se divide el efecto del coeficiente R^2 con el objetivo de identificar en que área de la información se encuentran los problemas, los resultados de sigma_u que corresponde a la desviación estándar de los errores U_{it} tiene un valor de 1.0205 y el error estándar de los residuales sobre la totalidad del término de error representado por sigma_e presenta un valor 0.59928, los resultados confirman que el término residual de error absorbe gran parte del comportamiento y es un indicador de la necesidad de mejorar la estimación.

La estimación del modelo de efectos fijos individual permite conocer el aporte que esta estimación le brinda a las variables estimadas, que en este caso son la combinación de las razones financieras de las empresas mexicanas agrupadas en sectores económicos.

Para el modelo en conjunto, la tabla 4.5 presenta los resultados de los efectos fijos para cada variable independiente.

Tabla 4.5. Prueba de efectos fijos individual

Variables	R^2 Within	R^2 Between	R^2 Overall	Sigma_u	Sigma_e	rho
db_cc	0.0089	0.4502	0.0293	1.3562502	0.76113949	0.76048215
ebit_db	0.0188	0.0113	0.0090	1.3641999	0.7573547	0.76440498
pt_at	0.3713	0.4414	0.4207	1.0316746	0.60622055	0.74333775
ebit_tgf	0.0001	0.0609	0.0068	1.3685018	0.76452244	0.76213873
roa	0.0684	0.4505	0.0871	1.3250681	0.73796608	0.76326115
af	0.0002	0.1347	0.0015	1.3671449	0.76447515	0.7618013
Obs	392	392	392	392	392	392

Variables	Coef.	Std. Err.	Corr(u_i xb)	t
db_cc	-0.0006311	0.0003393	0.1427	-1.86
ebit_db	0.000225	0.0000821	0.0247	2.71
pt_at	-0.0685674	0.0045531	0.1138	-15.06
ebit_tgf	0.000068	0.0003496	-0.1024	0.20
roa	0.1238211	0.023327	0.1865	5.31
af	0.004941	0.0016874	0.0363	0.29

Fuente: elaboración propia

La tabla 4.5 presenta la descomposición del ajuste para cada variable del modelo R^2 , se observa que los valores más significativos están dentro de la muestra para las variables analizadas, las más representativas son: DB/CC, PT/AT y ROA.

La estimación del modelo de efectos fijos al incorporar variables dicotómicas muestra el efecto que tiene la estimación una vez que se incorporan las variables de estudio las características inobservables que se encuentran alojadas en el término de error de la regresión de MCO que no incorpora en los parámetros. El análisis del modelo de regresión con la incorporación de variables dicótomas para explicar el comportamiento parte de la información de la tabla 4.6.

Tabla 4.6. Prueba de efectos fijos con variables dicótomas

Source	SS	df	MS	Numero de obs =	392
Modelo	716.773873	12	59.731156	F(5, 386)	= 64.12
Residual	136.11662	379	0.35914675	Prob > F	= 0.0000
Total	852.890492	391	2.18130561	R-squared	= 0.8404
				Adj R-squared	= 0.8354
				Root MSE	= 0.59929
rf	Coef.	Std. Err.	t	P>t	[95% Conf. Interval]
db_cc	-0.0000473	.0002785	-0.17	0.865	-.000595 .0005004
ebit_db	0.0001871	.0000652	2.87	0.004	.0000589 .0003153
pt_at	-0.0654825	.0047481	-13.79	0.000	-.0748183 -.0561466
ebit_tgf	0.0001108	.0002743	0.40	0.686	-.0004285 .0006501
roa	0.0399038	.0198475	2.01	0.045	.0008788 .0789289
af	0.0008037	.0013663	0.59	0.557	-.0018827 .0034901
Sectores Económicos					
AGAFPC	-1.1701010	.1780747	-6.57	0.000	-1.520239 -.8199627
CM	1.5729180	.1691218	9.30	0.000	1.240384 1.905453
CON	-0.8062928	.1966827	-4.10	0.000	-1.193019 -.4195667
IM	-0.7033078	.1732722	-4.06	0.000	-1.044003 -.3626126
IMM	-0.7061478	.1700361	-4.15	0.000	-1.04048 -.3718156
MIN	-1.5385460	.1468135	-10.48	0.000	-1.827217 -1.249875
cons	6.1610490	.1443865	42.67	0.000	5.87715 6.444948

Fuente: elaboración propia

Los resultados que se presentan en la tabla 4.6 de la estimación de la variable RF al incorporar variables dicotómicas indican una mejora en la estimación, el término R^2 llega un valor de 0.8404 que es aceptable para la estimación. Los efectos que se observan de manera individual para cada variable se obtienen mediante la adición de la variable dicotómica para cada sector, con lo que se estima el efecto de las características de cada razón financiera de forma independiente.

Obteniendo el valor de la regresión de efectos fijos incluyendo variables dicotómicas que introduce los efectos que no son observable en el tiempo, se conoce que la mejor estimación al aplicar la regresión de datos de panel en el modelo de efectos fijos, se necesita compararlo con el modelo de efectos aleatorios y conocer si un intercepto aleatorio que no esté correlacionado con las variables independientes del modelo mejora la estimación permite obtener mejores resultados en la estimación y explica la robustez de las razones financieras aplicada a las empresas para determinar el grado explicativo de las razones financieras para análisis ante condiciones de incertidumbre.

4.4. Estimación del modelo de efectos aleatorios

En la prueba de efectos aleatorios se determinó la influencia temporal en el comportamiento de las variables sin contemplar variables dicotómicas que se incorpora en el término de error, en esta prueba se asume la aleatoriedad del intercepto, los resultados de la prueba se presenta en la tabla 4.7

Tabla 4.7. Prueba de efectos aleatorios

Modelo de regresión de efectos aleatorios		Variable de grupo: sector	
R-Cuadrado		Numero de obs = 392	
within (dentro) = 0.3607		Numero de grupos = 7	
between (entre) = 0.5174		Observaciones por grupo:	
overall (total) = 0.4564		min = 56	
		avg = 56	
		max = 56	
corr(u _i , X _b) = 0.0		Wald chi2(6) = 323.19	
		Prob > chi2 = 0.0000	

rf	Coef.	Std. Err.	z	P>t	[95% Conf. Interval]	
db_cc	-.0001938	.0005088	-0.38	0.703	-.0011911	.0008036
ebit_db	.0001557	.0001141	1.37	0.172	-.0000678	.0003793
pt_at	-.072308	.0047111	-15.35	0.000	-.0815416	-.0630745
ebit_tgf	-.0006709	.0004588	-1.46	0.144	-.0015702	.0002284
roa	.1502468	.0341274	4.40	0.000	.0833584	.2171353
af	.0014718	.0024931	0.59	0.555	-.0034146	.0063582
_cons	5.861533	.2319534	25.27	0.000	5.406913	6.316154
sigma_u	0.0000000					
sigma_e	.59928854					
rho	0.0000000 (fraction of variance due to u _i)					

F test that all u_i=0: F(6, 379) = 152.00 Prob > F = 0.0000

Fuente: elaboración propia

Los resultados de la tabla 4.7 muestran que existe correlación entre los errores y las variables independiente por que es diferente de cero; el análisis de la prueba de Wald rechaza la hipótesis nula por tanto los coeficientes no permiten aceptar esta representación de la regresión.

Para decidir cuál es el mejor modelo para realizar la estimación entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios se aplicó la prueba de Hausman en donde la hipótesis nula es que el modelo de efectos aleatorios se prefiere al modelo de efectos fijos porqué los errores (u_i) están correlacionadas con las variables del modelo.

4.5. Prueba de Hausman para determinar el mejor estimador

La prueba de Hausman establece si el modelo de efectos aleatorios es superior frente al modelo de efectos fijos con variables dicótomas. En la prueba se analiza el término de error (U_i) y la existencia de correlación con las variables independientes para aceptar o rechazar la hipótesis nula.

El procedimiento que se siguió fue contrastar los resultados de la prueba del modelo de efectos fijos con variables dicotómicas y la prueba de efectos aleatorios, los resultados para las principales variables se presenta en la tabla 4.8.

Tabla 4.8. Prueba de Hausman

Variable	efecto_fijo	efecto_aleatorio	Diferencia	Error Estandar
db_cc	-0.0000473	-0.0001938	0.0001464	0.0000351
ebit_db	0.0001871	0.0001557	0.0000314	0.0000352
pt_at	-0.0654825	-0.072308	0.0068256	0.0073077
ebit_tgf	0.0001108	-0.0006709	0.0007817	0.0002042
roa	0.0399038	0.1502468	-0.110343	0.0125003
af	0.0008037	0.0014718	-0.0006681	0.0002094

Fuente: elaboración propia

La prueba de Hausman compara el término de error para ambos modelos y analiza la correlación y la diferencia entre las variables, si esta es igual a cero, entonces se acepta la hipótesis nula donde se favorece al modelo de efectos aleatorios. La tabla 4.8 presenta el resultado del modelo de efectos fijos con variables dicotómicas y el modelo de efectos aleatorios observándose que las probabilidades para todas las razones financieras son menores a 0.05, por lo que se rechaza H_0 y se acepta la hipótesis alternativa que indica que el mejor estimador es el modelo de efectos fijos.

En el estudio se utilizó el modelo de efectos fijos con variables dicotómicas que ofrece las mejores características de estimación, los resultados indican que el modelo permite de una forma alternativa evaluar la robustez financiera de los sectores empresariales.

4.6. Comentario al resultado obtenido en la estimación de datos de panel

El uso de la técnica de datos de panel ofrece una alternativa para establecer un modelo que indique el grado de fortaleza de las empresas agrupándolas por sectores empresariales y es una herramienta adicional al uso exclusivo de las razones financieras, el estudio permite afirmar que el modelo de efectos fijos con variables dicótomas permite hacer una estimación del comportamiento con una mayor significancia que el modelo simple como se corroboró con los resultados que se presentaron.

En el análisis de la fortaleza financiera de empresas mexicanas se determinó que las razones financieras tienen fuerza predictiva ante incertidumbre económica en las empresas que cotizan en la bolsa mexicana de valores mediante las razones financieras deuda bruta/capital contable, Ebit/deuda bruta, pasivo total/activo total, Ebit/gastos financieros, rendimiento de activos y apalancamiento financiero.

Un punto adicional del análisis es la interpretación de los efectos cualitativos que se incorporan en las variables dicotómicas para analizar el efecto de las razones financieras de los sectores económicos en relación al grado de robustez financiera.

Lo cierto es que según la corriente económica, el objetivo de la empresa es la maximización del valor de mercado para los accionistas. Para lograr estos objetivos se deben de evaluar las mejores decisiones de inversión, estructura de financiamiento, política de dividendos, minimización de los costos y optimizar los recursos de forma adecuada, esto obliga a el estudio de la fortaleza para anticipar problemas de insolvencia sea necesaria el análisis de la variable mas significa que las razones financieras determinadas se obtuvieron, misma corresponde a la variable de rentabilidad y apalancamiento financiero que se traduce en la necesidad de conocer el nivel de riesgo que las empresas enfrentan al momento de financiarse a través de esta opción.

Debido a lo anterior se determinó utilizar el modelo KMV que se analiza en los siguientes capítulos y que permiten anticipar las decisiones de inversión de las empras al momento de evaluar el riesgo por la adquisición de créditos o financiamiento que ponga en peligro la viabilidad del negocio o del sector en el mercado mexicano.

Los resultados de esta investigación representan una aportación de evidencia empírica para entender el fenómeno y los efectos que desestabilizan la fortaleza financiera de las empresas mexicanas que cotizan en la bolsa mexicana de valores al combinar herramientas de las finanzas corporativas y técnicas econométricas.

CONCLUSIONES

En este trabajo de tesis se analizó el problema de riesgo crédito con ayuda del modelo KMV y se logró determinar el nivel de riesgo de insolvencia para las 17 empresas de la muestra seleccionada calculando la probabilidades de incumplimiento a partir del parámetro que establece la distancia de incumplimiento y la frecuencia de ocurrencia del incumplimiento al asumir una distribución de probabilidad normal. Los resultados permiten afirmar que al aumentar la volatilidad en el valor de mercado de los activos y las obligaciones financieras de la empresa se incrementa la probabilidad de incumplimiento dado que las garantías del crédito se reducen y se hace atractivo no cumplir con las obligaciones. Desde el punto de vista del modelo de Merton la empresa no ejercerá la función de compra lo que implica que no cumplirá con la obligación sustraída en el proceso de financiamiento.

Se comprobó la hipótesis demostrando que el modelo KMV identifica la condición de riesgo crédito para el caso de empresas mexicanas al asignar la probabilidad y la distancia de incumplimiento que determina la ocurrencia de la frecuencia esperada de incumplimiento para el periodo de estudio.

Los indicadores DD y EDF presentaron congruencia en los resultados mostrando un comportamiento en el parámetro de la volatilidad que reflejo los efectos de la inestabilidad en los mercados ocurrida en el periodo de 2006-2010, condición que afecto el nivel de la tasa de interés para los créditos bancarios permitiendo identificar la exposición al riesgo en periodos de elevada volatilidad.

De forma empírica se comprobó este hecho a partir de las empresas seleccionadas encontrando relación directa en el comportamiento de la distancia de incumplimiento y la frecuencia esperada de incumplimiento tal como la teoría lo indica reflejando este relación en las empresas: grupo ALFA, ALSEA, CIE, grupo México, grupo Kuo, grupo Lamosa, Gruma y SARE.

Se identificó que las empresas con niveles de variabilidad baja en el rendimiento de los activos tienen probabilidades de incumplimiento poco significativas, lo que les permite generar oportunidades de gestión en el apalancamiento, las empresas que presentaron este patrón son América Móvil, corporativo Fragua, grupo Herdez y grupo Posadas. De manera inversa

Una desventaja que se observó del modelo KMV es que la estructura de deuda de la empresa se asume como variable estática, por el contrario el valor del activo sí cambia en el tiempo y crece a una tasa libre de riesgo lo que genera subestimación de la probabilidad de incumplimiento y tenderá a ser significativa la diferencia calculada entre el valor del activo y del pasivo haciendo poco probable que el valor del activo se encuentre por debajo del valor del pasivo.

Se concluye que el modelo KMV debe ser una herramienta de gestión del capital para la adecuada toma de decisiones en periodos donde el mercado se encuentra en recesión y las economías restringen el acceso a créditos para las empresas que demuestran riesgo financiero. Los resultados indican que para determinar la exposición ante la decisión de inversión se debe medir la probabilidad de incumplir con los pagos a tiempo. Los resultados del modelo serán correctos en la medida en que el mercado bursátil sea eficiente y las cotizaciones reflejen toda la información relevante. Al utilizar la información de mercado, el modelo proporciona tanto una advertencia rápida de los cambios en el riesgo de crédito y una vista precisa a la fecha del valor de una empresa.

Ante la desventaja observada en el modelo KMV se analizó el uso de la información contable de las empresas que cotizan en la bolsa mexicana de valores mediante el análisis de razones financieras y la aplicación de la técnica econométrica de datos de panel. Con el uso de datos de panel se determinó el grado de robustez de las razones financieras medida por la prueba de efectos fijos que analiza la información utilizando variables dicotómicas aportándole mayor relevancia predictiva para ser utilizada en beneficio de la estimación y pronóstico ante cambios bruscos en el mercado económico.

En el análisis de la fortaleza financiera de empresas mexicanas se determinó que las razones financieras tienen fuerza predictiva para la condición de incertidumbre económica mediante el uso de las razones financieras: deuda bruta/capital contable, Ebit/deuda bruta, pasivo total/activo total, Ebit/gastos financieros, rendimiento de activos y apalancamiento financiero que son variables que determinan la fuerza predictiva para la condición de fortaleza de la empresa.

Un punto adicional del análisis es la interpretación de los efectos cualitativos que se incorporan en las variables dicotómicas para analizar el efecto de las razones financieras de los sectores económicos respecto al grado de robustez financiera. Se identificó que las razones financieras DB/PN, PT/AT y AF resultaron no óptimas para el análisis de efectos fijos por la presencia de problemas de correlación contemporánea, heteroscedasticidad y autocorrelación estableciendo la necesidad de no considerarlas por ser variables no significativas que aporten relevancia a la prueba de efectos fijos para determinar el grado de fortaleza en las empresas mexicanas agrupadas en sectores económicos.

A pesar de no verificarse la totalidad de combinaciones en las razones financieras, este trabajo de investigación aportó suficiente evidencia empírica de cara a entender el fenómeno de las empresas mexicanas que cotizan en la bolsa mexicana de valores y supone importantes avances en el estudio de análisis de dificultades financieras sobre casos reales.

Los resultados de esta investigación representan una aportación de evidencia empírica para entender el fenómeno y los efectos que desestabilizan la fortaleza financiera de las empresas mexicanas que cotizan en la bolsa de valores al combinar herramientas de las finanzas corporativas y técnicas econométricas.

BIBLIOGRAFÍA

Almeida, F. C., Siqueira, J. O. (1997). Comparación entre regresiones logísticas y redes neuronales en la previsión de fallas de bancos brasileiros. Terceiro Congresso Brasileiro de Redes Neuronales, 4. Florianópolis, 1-6.

Altman, E., Anthony, S. (1998). Credit Risk Measurement: Developments over the AST 20 Years. *Journal of Banking & Finance*, 21, 1721-1742.

Altman, E. (2000). Predicting Financial Distress of Companies: Revising the Z-Score and ZETA® Models. *Journal of Banking and Finance*, Netherlands, July.

Altman, E., Haldeman, R. (1995). Corporate Credit Scoring Models: Approaches and Standards for Successful Implementation. Working Papers Series, New York University, Salomon Center, 95(6).

Altman, E., Narayanan, P. (1996). Business Failure Classification Models: An International Survey. Working Papers Series, New York University, Salomon Center 96(34).

Amaro-de-Matos, J. (2001). *Theoretical foundations of corporate finance*. Princeton, University press.

Anderson, T.W., Hsiao, C. (1981). Estimation of dynamic models with error components. *Journal of the American Statistical Association*, 76, 598-606.

Arellano, M. (2003). *Panel data econometrics: advanced texts in econometrics*. Oxford University press.

Arellano, M., Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo, evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.

Asquith, G., Scharfstein. (1994). Anatomy of financial distress: an examination on junk-bond issuer. *The quarterly journal of economics*, 109(3), 625-658.

Bachelier, L. (1900). *Theory of speculation: the origins of Modern Finance*. Princeton University Press.

Baltagi, B. H. (2001). *Econometric analysis of panel data* (2nd Ed.). Wiley.

Bartels, B. (2008). *Más allá de los efectos fijos versus efectos aleatorios: Un marco para mejorar el análisis sustantivo y estadístico de datos de panel, de series de tiempo de corte transversal y los datos de niveles múltiples*. Estados Unidos, Universidad de Stonybrook.

Beaver, William. (1967). Financial Ratios as Predictors of Failure, *Empirical Research in Accounting: Selected Studies. Supplement to Journal of Accounting Research*, 4, 71-111.

Beaver, William. (1968). Alternative Accounting Measures as Predictors of Failure. *The Accounting Review*, 43(1), 112-122.

Bechetti, L., Sierra, J. (2003). Bankruptcy risk and productive efficiency in manufacturing firms. *Journal of Banking and Finance*, 27, 2099-2120.

Bernstein, L. A. (1967). The Concept of Materiality. *The Accounting Review*, 42, 86-95.

Besley, S., Brigham, E. F. (2001). *Fundamentos de administración financiera* (12ª edición). México: McGraw-Hill.

Black, F., Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-659.

Bizquera, R. A. (1989). *Introducción conceptual al análisis multivariable*, (tomo I y II). Barcelona, ppu- Promociones y Publicaciones Universitarias.

Blum, M. (1974). Failing Company Discriminant Analysis. *Journal of Accounting Research*, 12(1), 1-25.

Brealey, R. Myers, S., Marcus, A. (1998). *Principios de dirección financiera* (2ªed.). McGraw-Hill.

Breusch, T., Pagan, A. (1980). The Lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of economic studies*, 47, 239-253.

Calvo-Flores, A., Garcia, D., Madrid, A. (2006). Tamaño, Antigüedad y Fracaso Empresarial. Universidad Politécnica de Cartagena, Working Paper.

Courtis, J. K. (1978). Modeling a financial ratios categoric framework. *Journal of Business Finance & Accounting*, 5(4), 371-386.

Crosbie, P. J., Bohn, J.R. (2002). *Modeling Default Risk*. Research Paper, Moody's KMV.

Cuadras, C. M. (1981). *Métodos de Análisis multivariante*. Barcelona: Eunibar.

Damodaran, A. (1999). *Applied Corporate Finance*. New York: John Wiley.

Dietrich, J. R. (1984). Discussion of Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models. *Journal of Accounting Research*, 22(supplement), 83-86.

Edmister, R. O. (1972). An Empirical Test of Financial Ratio. Analysis for Small Business Failure Prediction. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 7(2), 1477-1493.

Fitzpatrick, P. (1932). *A comparison of the ratios of successful industrial enterprises with those of failed companies*. The Accountants Publishing Company.

Foster, G. (1986). *Financial Statement Analysis* (2nd ed). Englewood Cliffs New Jersey: Prentice Hall International Editions.

Gentry, J. A, Newbold, P., Whitford, D. T. (1985). Classifying Bankrupt Firms with Funds Flow Components. *Journal of Accounting Research*, Spring, 146-160.

Greene, W.H. (1998). *Análisis econométrico* (3rd ed.). United State, Prentice hall publishing.

Gremillet, A. (1989). *Los ratios y su utilización*. Madrid, Edit. Pirámide.

Grunert, K. (2005). Food quality and safety: consumer perception and demand. *European Review of Agricultural Economics*, 32(3), 369-391.

Hausman, J., Mcfadden, C. (1978). Specification test in econometrics. *Econometrica*, 46(6), 1251-1271.

Hausman, J., Taylor, W.E. (1981). Panel data and unobservable individual effects. *Journal of Econometrics*, 16(1), 155.

Holtz-Eakin, D. (1988). Testing for individual effects in autoregressive models. *Journal of Econometrics*, 39, 297-307.

Ibarra-Mares, A. (2009). *Desarrollo del Análisis Factorial Multivariable Aplicado al Análisis Financiero Actual*. Colombia: Edición electrónica gratuita.

Jensen, M. C. (2001). Value Maximization, Stakeholder Theory, and the Corporate Objective Function. *Journal of Applied Corporate Finance*, 22(1), 32-42.

Jensen, M. C., Meckling, W. H. (1976). Can the corporation survive?. Center for Research in Government Policy and Business, University of Rochester, Rochester, NY Working Paper, PPS 76-4.

Jorion, P. (2006). *Value at Risk*(3rd ed). Singapore: McGraw-Hill.

Kealhofer, S. (2003). Quantifying Credit Risk I: Default Prediction. *Financial Analysts Journal*. 59, pp 31.

Kealhofer, S., Kurbat, M. (2000). Benchmarking Quantitative Default Risk Models: A Validation Methodology. Research Paper, Moody's KMV.

Kealhofer, S., Sherry, K., Wenlong, W. (1998). Uses and Abuses of Bond Default Rates. *Credit Metrics Monitor*.37-55.

Keasey, K., Watson, R. (1988). The 1986 U.K. Insolvency and Company Directors' Disqualification Acts: An evaluation of their impacts upon small firm financing decisions. *Small Business Economics*, 6(4), 257-266.

Kendall, M., Rank, G. (1975). *Correlation Methods* (4th ed). London, Charles Griffin.

Kohler, U., Frauke, K. (2009). *Data Analysis Using Stata* (2nd ed). Stata Press.

Laffarga, J., Martín, J.L., Vázquez, M.J. (1985a). El análisis de la solvencia de las instituciones bancarias: Propuesta de una metodología y aplicaciones a la Banca española. *Esic-Market*, 48(2º trim), 51-73.

Laffarga, J., Martín, J.L., Vázquez, M.J. (1985b). Predicción de la crisis bancaria española: La comparación entre el análisis logit y el análisis discriminante. *Cuadernos de Investigación Contable*, 1, 103-110.

Laffarga, J., Martín, J.L., Vázquez, M.J. (1986). El pronóstico a corto plazo del fracaso en las instituciones bancarias: metodología y aplicaciones a la Banca española. *Esic-Market*, 53(3º trim), 59-116.

Lev, B., Sunder, S. (1974). Methodological Issues in the Use of Financial Ratios. *Journal of Accounting and Economics*, 1(3), 187-210.

Libby, Robert. (1975). Accounting Ratios and The Prediction of Failure: Some Behavioral Evidence. *Journal of Accounting Research*, 13, 150-161.

Lo W., Andrew. (1986). Logit vs. Discriminant Analysis: A Specification Test and Application to Corporate Bankruptcies. *Journal of Econometrics*, 31(2), 151-178.

Lu, Y. (2008). *Default Forecasting in KMV.*, United Kingdom: Oriel College University of Oxford. Dissertation for MSc Mathematical and Computational Finance.

Marquez, J. (2006). *Una nueva visión del riesgo de crédito.* Mexico: Ed. Limusa.

Marx, Karl. (1867-1894). *El Capital III* (2ª ed.). México: Fondo de Cultura Económica, 1959.

McGahan, A. M., Porter, M. E. (1997). Industry, Corporate and Business-Segment Effects and Business Performance: a non-parametric approach. *Strategic Management Journal*, 26, 873-880.

Merton, R. C. (1973). Theory of Rational Option Pricing. *Bell Journal of Economics*, 4(1), 141-183.

Merton, R. C. (1974). On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates. *Journal of Finance*, 29, 449-470.

Merton, R. C. (1990). The Financial System and Economic Performance. *Journal of Financial Services Research*, 4(4), 263-300.

Merwin. C. (1979). *Financing Small Corporations in Five Manufacturing Industries, 1926-1936.* New York : Arno Press.

Modigliani, F., Miller, M. (1958). The Cost of Capital, Corporation Finance and the Theory of Investment., *American Economic Review*, 48, 261-297.

- Mora-Enguános, A. (1994). Los Modelos de Predicción del Fracaso Empresarial: Una Aplicación Empírica del Logit. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 23(78), 203-233.
- Ohlson, J. A. (1980). Financial Ratios and the Probabilistic Prediction of Bankruptcy. *Journal of Accounting Research*, 109-131.
- Rose, P., Andrews, W., Giroux, G. (1982). Predicting Business Failure: A macroeconomic perspective. *Journal of Accounting Auditing and Finance*, 6(1), 20-31.
- Rosendale, W. M. (1908). Credit Department Methods. *The Bankers Magazine*, 186-187.
- Ross, S. A., Westerfield, R., Jaffe, J. (2005). *Corporate Finance* (4 Ed). McGraw-Hill.
- Ross, S., Yinger, J. (2002). *Color of Credit: Mortgage Discrimination, Research Methods, and Fair Lending Enforcement*. United State, MIT Press.
- Rumelt, R. P. (1997). Forecasting: Its Role and Value for Planning and Strategy. *International Journal of Forecasting*, 12(4), 551-552.
- Shapiro, A., Balbirer, S. (2000). *Modern corporate finance and ph fincoach center* (1rst Ed.). United State, Pretince Hall Ed.
- Shapiro, S., Schwartz, G. (2000). *The role of intention in self-regulation toward intentional systemic mindfulness*. New York Academic Press, 253-273.
- Schumpeter, J. A. (1939). *Business Cycles: a theoretical, historical, and statistical analysis of the capitalist process* (1st. Ed). Northwestern University: Martino Pub.
- Sharpe, W.F. (1966). Mutual Fund Performance. *The Journal of Business*, 39 (1), 119-138.
- Stock, J., Watson, M. (2003). *Introduction to Econometrics*. Addison-Wesley, Boston ed.
- Stock, J., Watson, M. (2003). Understanding Changes in International Business Cycle Dynamics. Manuscript.
- Taffler, R. J. (1984). Empirical Models for The Monitoring of U.K. Corporations. *Journal of Banking and Finance*, 8(2), 199-227.

Tamari, M. (1966). Financial ratios as a means of forecasting bankruptcy. *Management International Review*, 4, 15-21.

Van Gelderen, J. (1913). Springvloed, Beschouwingen over industriëleontwikkeling en prijsbeweging. *De NieuweTijd*, 18, 253-445.

Vasicek, O. A. (2001). *EDF Credit Measure and Corporate Bond Pricing*. San Francisco, California: KMV Corporation.

Von Mises, L., (1912). *The Theory of Money and Credit*. Yale University Press.

Von Stein, J. h., Ziegler, W. (1984). The Prognosis and Surveillance of Risk from Commercial Credit Borrowers. *Journal of Banking and Finance*, 8(2), 249-268.

Wang, Q., Chen, J. (2002). Credit Risk Pricing Method and Model Investigation. *Modern Finance and Economics*.414-16.

Watts, R., Zimmerman, J. L. (1990). Positive Accounting Theory: A ten Year Perspective. *The Accounting Review*, 65(1), 131-153.

Wesley, M., Burns, A. F. (1946). Measuring Business Cycles. *National Bureau of Economics Research*, 546-556.

Weston, J. F., Brigham, E. F. (1984). *Finanzas en administración*. México: Ed. Interamericana.

Whittred, G., Zimmer, I. (1984). Timeliness of financial reporting and financial distress. *The Accounting Review*, 59 (2) , 287-295.

Winakor, A. H., Smith, R. F. (1935). *Changes in the financial structure of unsuccessful industrial corporations*. United State, University of Illinois, Bureau of Business research, no. 51.

Wiesinger, A. (2010). *Risk-Adjusted Performance Measurement - State of the Art*. Switzerland: University of St. Gallen, School of Business Administration.

Wilcox, J. (1973). A Prediction of Business Failure Using Accounting Data. *Journal of Accounting Research*, selected studies Supplement, 11, 163-190.

Xiao-Yan, S., Shen, Y., Lu-qi, L. (2008). Investigation of value-estimating of Chinese listed firms basing on KMV model. *Journal of Industrial Engineering*, 2(1), 72-80.

Yin-yin, D., Xue, F., Guan, W. (2004). Analyzing of applicability and improvement of KMV model in Chinese stock market. *Study of Productivity*, 8, 116-117.

Zakamouline. (2010). The Choice of Performance Measures Does Influence the Evaluation of Hedge Funds. University of Adger, WorkingPaper obtenida el 4 de abril de 2013 de la direcció http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=1403246.

Zavgren, C. V. (1985). Assessing the Vulnerability to Failure of American Industrial Firms: A Logistic Analysis. *Journal of Business, Finance and Accounting*, 19-45.

Zhi-mei, Z., Ren-jun, Z. (2006). Improvement on KMV model and it's measurement of Credit Risk for listed firms. *Statistic and decision*, 22, 157-160.

Zimmer, I. (1980). A Lens Study of the Prediction of Corporate Failure by Bank Loan Officers. *Journal of Accounting Research*, 18(2), 629-636.

Zimmermann, H., Wegmann, P. (2003). Risk Management & Capital Markets. VorlesungsunterlagenWirtschaftswissenschaftlichesZentrumUniversitätBasel. Obtenida el 13 enero de 2014 de la direcció <http://www.tiberian.ch/files/riskmgmt.pdf>

Zmijewski, M. (1984). Methodological Issues Related to the Estimation of Financial Distress Prediction Models. *Journal of Accounting Research*, 59-86.

ANEXOS

Anexo 1

Los estados financieros básicos están compuestos por los siguientes apartados:

Balance General. El propósito es el de mostrar la posición financiera de una empresa o negocio a una fecha determinada. Todas las empresas preparan un balance de fin de año y la mayoría lo preparan al fin de cada mes. El balance general comprende una relación de los activos, los pasivos y el patrimonio de un negocio. La fecha del balance general es muy importante ya que la posición financiera de un negocio cambiará rápidamente.

Los elementos de un balance general están dados por Activos clasificados en circulante y no circulante, Pasivos clasificados en circulante, a largo plazo o consolidados, contingentes y diferidos y por último el Capital Contable.

El Estado de Pérdidas y ganancias o Estado de Resultados. Es un documento contable que muestra detallada y ordenadamente la utilidad o pérdida del ejercicio y muestra detalladamente cómo se ha obtenido la utilidad del ejercicio, mientras que el balance general únicamente muestra la utilidad, más no la forma como se ha obtenido, razón por la cual el Estado de Resultados se considera como un estado complementario del Balance General.

Para facilitar el estudio del Estado de pérdidas y ganancias o Estado de resultados, es necesario conocer cada una de las cuentas que forman parte de dicho estado ya que sin tal conocimiento se tendrá mayor dificultad en la formación del mismo.

Ventas totales. Es el valor total de las mercancías entregadas a los clientes, vendidas al contado o a crédito.

Compras. Son el valor de las mercancías adquiridas al contado o a crédito.

Gastos de compra. Se consideran los gastos que se efectúan para que las mercancías adquiridas lleguen hasta su destino, los principales son: los derechos aduanales, los fletes y acarreos, los seguros, las cargas y descargas, etc.

Inventario Inicial. Es el valor de las mercancías que se tienen en existencia al dar principio el ejercicio.

Inventario Final. Es el valor de las mercancías existentes al terminar el ejercicio.

Gastos de venta o directos. Son todos los gastos que tienen relación directa con la promoción, realización y desarrollo del volumen de las ventas.

Gastos de administración o indirectos. Son todos los gastos que tienen como función el sostenimiento de las actividades destinadas a mantener la dirección y administración de la empresa que solo de un modo indirecto están relacionados con la operación de vender.

Gastos y productos financieros. Entendemos por gastos y productos financieros las pérdidas y utilidades que provienen de operaciones que constituyen la actividad o giro principal del negocio. También se consideran como Gastos y productos financieros las pérdidas en cambios en monedas extranjeras.

Otros gastos y productos. Entendemos como las pérdidas o utilidades que provienen de operaciones que no constituyen la actividad o giro principal del negocio; también se dice que son pérdidas o utilidades que provienen de operaciones eventuales que no son de la naturaleza del giro principal del negocio.

Anexo 2

Los resultados obtenidos en la estimación de los parámetros utilizados para obtener la DD y EDF se presentan en la siguiente tabla.

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
ARCA CONTINENTAL	2005	0.107406	8.02	16.09	5.41	3.25
	2006	0.294505	7.02	28.42	5.61	3.63
	2007	0.310454	7.44	24.40	5.94	4.68
	2008	0.380108	7.97	15.42	8.27	6.63
	2009	0.409522	4.51	27.57	11.22	7.72
	2010	0.380550	4.45	37.35	16.29	10.14
	2011	0.355033	4.31	97.39	22.41	14.50
	2012	0.347985	3.91	155.71	23.71	15.75
ALFA	2005	0.045531	8.02	4.20	41.84	28.80
	2006	0.075575	7.02	4.71	48.16	33.18
	2007	0.080824	7.44	4.56	70.49	50.35
	2008	0.438008	7.97	1.81	90.04	67.89
	2009	0.622347	4.51	5.11	81.78	55.92
	2010	0.581176	4.45	7.09	83.01	56.93
	2011	0.538804	4.31	8.44	103.92	70.78
	2012	0.527045	3.91	143.64	94.53	64.34
ALSEA	2005	0.082394	8.02	1.14	1.82	1.49
	2006	0.397394	7.02	2.73	1.66	1.41
	2007	0.353000	7.44	10.99	2.72	2.26
	2008	0.602743	7.97	4.27	3.87	3.16
	2009	0.572462	4.51	6.73	3.05	2.61
	2010	0.526689	4.45	8.36	3.31	2.52
	2011	0.487692	4.31	8.85	6.42	4.34
	2012	0.487103	3.91	18.18	5.05	3.84
AMERICA MOVIL	2005	0.317951	8.02	348.28	196.01	146.55
	2006	0.251632	7.02	525.39	274.67	216.51
	2007	0.205693	7.44	694.67	279.58	212.79
	2008	0.402519	7.97	416.26	343.06	258.79
	2009	0.370273	4.51	545.09	567.95	404.11
	2010	0.338958	4.45	753.53	586.93	405.14
	2011	0.335837	4.31	1,210.97	685.79	482.14
	2012	0.317695	3.91	1,156.26	741.13	498.97

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
ARA CONSORCIO	2005	0.194306	8.02	4.90	4.02	2.75
	2006	0.225073	7.02	7.65	5.94	3.94
	2007	0.392532	7.44	19.43	6.70	4.62
	2008	0.533339	7.97	8.29	7.07	5.07
	2009	0.538539	4.51	13.54	6.87	4.93
	2010	0.497008	4.45	10.97	7.05	5.14
	2011	0.514904	4.31	5.47	7.01	4.82
	2012	0.484115	3.91	5.57	6.79	4.74
ASURESTE	2005	0.013674	8.02	10.97	1.41	0.92
	2006	0.146134	7.02	14.27	1.52	0.90
	2007	0.177074	7.44	20.36	2.73	1.54
	2008	0.251603	7.97	15.28	2.86	1.76
	2009	0.245724	4.51	20.87	3.24	1.82
	2010	0.229191	4.45	20.58	3.73	2.10
	2011	0.212426	4.31	23.23	3.49	2.09
	2012	0.265070	3.91	43.28	2.68	1.69
AUTLAN CIA. MINERA	2005	0.008081	8.02	1.64	1.27	0.83
	2006	0.222941	7.02	1.13	1.10	0.77
	2007	0.958593	7.44	6.25	1.54	0.96
	2008	0.830531	7.97	8.38	2.50	1.78
	2009	0.749831	4.51	9.13	1.64	1.02
	2010	0.697789	4.45	8.54	1.72	1.10
	2011	0.721795	4.31	4.38	2.55	1.56
	2012	0.682112	3.91	3.71	2.75	1.81
BACHOCO INDUSTRIAS	2005	0.209882	8.02	11.90	3.76	2.36
	2006	0.177730	7.02	16.35	4.01	2.67
	2007	0.145410	7.44	19.70	4.28	2.81
	2008	0.395803	7.97	10.40	4.82	3.60
	2009	0.389915	4.51	16.03	5.26	3.31
	2010	0.358434	4.45	15.83	5.50	4.10
	2011	0.342213	4.31	13.58	4.75	3.32
	2012	0.329371	3.91	18.09	6.87	5.44

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
CEMEX	2005	0.000195	8.02	898.58	247.97	143.19
	2006	0.000564	7.02	899.55	223.87	135.36
	2007	0.114658	7.44	732.78	425.37	254.97
	2008	0.361367	7.97	329.52	456.21	303.80
	2009	0.365876	4.51	466.17	370.20	195.11
	2010	0.334185	4.45	409.27	329.12	181.35
	2011	0.343411	4.31	242.11	358.21	194.75
	2012	0.404350	3.91	433.23	328.39	191.51
CORP INTERAM DE ENT	2005	0.309976	8.02	11.85	13.70	9.88
	2006	0.376601	7.02	16.19	13.73	9.67
	2007	0.310650	7.44	14.20	12.95	9.22
	2008	0.585803	7.97	4.16	12.46	9.19
	2009	0.525008	4.51	4.43	12.22	7.94
	2010	0.491535	4.45	4.34	11.02	7.51
	2011	0.456463	4.31	3.66	9.65	7.12
	2012	0.453644	3.91	4.49	5.65	4.67
COMERCIAL MEXICANA	2005	0.007346	8.02	97.23	18.74	15.59
	2006	0.281190	7.02	159.05	21.04	17.87
	2007	0.255116	7.44	150.55	23.09	18.32
	2008	1.090404	7.97	15.46	43.46	43.07
	2009	1.181964	4.51	55.06	41.25	41.15
	2010	1.087957	4.45	72.56	30.86	19.92
	2011	1.019194	4.31	108.21	29.47	20.05
	2012	0.975118	3.91	203.00	16.05	12.73
FRAGUA CORPORATIVO	2005	0.130491	8.02	6.73	2.26	1.93
	2006	0.180838	7.02	9.66	3.05	2.75
	2007	0.190466	7.44	14.73	3.13	2.81
	2008	0.267423	7.97	11.65	2.75	2.44
	2009	0.242730	4.51	14.84	3.74	3.49
	2010	0.223976	4.45	16.04	3.77	3.55
	2011	0.207713	4.31	19.34	4.80	4.58
	2012	0.194531	3.91	22.91	5.72	5.52

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
GMEXICO	2005	0.208271	8.02	20.34	57.39	37.24
	2006	0.249582	7.02	33.27	56.59	36.70
	2007	0.261316	7.44	60.07	53.77	35.95
	2008	0.616776	7.97	69.26	55.99	36.39
	2009	0.722719	4.51	243.01	76.95	47.97
	2010	0.664754	4.45	398.60	97.30	58.12
	2011	0.655098	4.31	288.40	98.42	56.00
	2012	0.612827	3.91	371.48	122.79	71.52
GRUMA	2005	0.190150	8.02	20.30	17.28	11.41
	2006	0.134720	7.02	24.41	17.42	11.82
	2007	0.157438	7.44	22.13	19.29	13.30
	2008	0.801264	7.97	4.77	41.51	26.37
	2009	0.926254	4.51	15.18	36.66	23.26
	2010	0.845551	4.45	14.63	31.31	20.50
	2011	0.784200	4.31	16.02	28.22	19.89
	2012	0.744573	3.91	18.62	35.67	26.74
HERDEZ	2005	0.257445	8.02	3.57	2.50	1.83
	2006	0.227606	7.02	5.38	2.70	2.04
	2007	0.188126	7.44	7.40	2.52	1.94
	2008	0.293110	7.97	5.66	2.79	2.22
	2009	0.271325	4.51	7.93	2.60	2.42
	2010	0.247702	4.45	9.49	3.24	2.27
	2011	0.231191	4.31	10.62	4.73	2.97
	2012	0.235665	3.91	17.16	5.32	3.33
GRUPO KUO	2005	0.125624	8.02	3.34	16.81	12.11
	2006	0.144154	7.02	3.72	15.60	11.66
	2007	0.337171	7.44	6.83	14.32	10.63
	2008	0.616956	7.97	2.32	18.15	13.56
	2009	0.686284	4.51	5.65	14.88	10.91
	2010	0.655814	4.45	10.00	14.85	11.08
	2011	0.608454	4.31	10.20	17.28	13.17
	2012	0.578609	3.91	15.68	14.43	10.42

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
LAMOSA GPO	2005	0.146589	8.02	1.39	3.62	2.48
	2006	0.176252	7.02	2.00	3.36	2.53
	2007	0.278951	7.44	11.82	14.70	8.26
	2008	0.570648	7.97	5.05	16.37	15.79
	2009	0.511026	4.51	5.11	14.21	7.62
	2010	0.485272	4.45	7.71	12.40	6.37
	2011	0.464091	4.31	6.22	11.40	5.64
	2012	0.435814	3.91	7.51	10.12	6.17
GRUPO POCHTECA	2005	0.187720	8.02	3.36	0.78	0.77
	2006	0.549492	7.02	4.58	1.18	1.17
	2007	0.914138	7.44	2.65	1.01	0.89
	2008	0.791704	7.97	2.90	1.57	1.43
	2009	0.727826	4.51	4.55	1.51	1.40
	2010	0.682081	4.45	4.36	1.73	1.48
	2011	0.631621	4.31	4.75	1.48	1.27
	2012	0.657686	3.91	16.31	1.45	1.19
POSADAS GPO	2005	0.163997	8.02	6.30	9.33	5.61
	2006	0.119230	7.02	9.09	9.29	5.18
	2007	0.168006	7.44	10.83	9.88	5.89
	2008	0.361046	7.97	6.36	10.73	6.93
	2009	0.327900	4.51	7.70	10.01	6.51
	2010	0.302790	4.45	9.38	10.11	6.07
	2011	0.289358	4.31	8.51	9.97	6.13
	2012	0.275341	3.91	11.11	9.17	6.04
RADIO CENTRO	2005	0.003271	8.02	1.42	0.79	0.70
	2006	0.288863	7.02	2.34	0.42	0.38
	2007	0.236201	7.44	2.83	0.37	0.33
	2008	0.260509	7.97	2.34	0.37	0.32
	2009	0.233827	4.51	2.47	0.65	0.53
	2010	0.220261	4.45	2.34	0.52	0.43
	2011	0.204512	4.31	2.40	0.39	0.32
	2012	0.199805	3.91	3.05	0.35	0.29

EMPRESA	PERIODO	σ_E	r	V_E	D	DPT
SARE	2005	0.164275	8.02	5.96	2.65	1.98
	2006	0.143285	7.02	7.74	3.95	2.96
	2007	0.172547	7.44	7.08	4.90	3.68
	2008	0.796082	7.97	1.36	6.54	5.30
	2009	0.768545	4.51	2.16	6.42	4.57
	2010	0.704918	4.45	2.84	4.84	3.62
	2011	0.746317	4.31	0.87	3.93	3.28
	2012	0.698393	3.91	0.62	3.01	2.68
SIMEC GRUPO	2005	0.537118	8.02	2.86	6.69	5.18
	2006	1.011343	7.02	31.18	6.39	5.03
	2007	0.862037	7.44	25.52	7.03	5.31
	2008	0.799175	7.97	14.00	11.23	8.72
	2009	0.738443	4.51	20.84	7.87	6.25
	2010	0.675773	4.45	18.12	7.28	5.77
	2011	0.625716	4.31	18.02	7.36	5.69
	2012	0.617294	3.91	31.54	6.90	5.35

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
ARCA CONTINENTAL	2005	0.1609	0.1074	7.4331	-
	2006	0.2842	0.2945	2.9623	0.001500
	2007	0.244	0.3104	2.6037	0.004600
	2008	0.1542	0.38	1.5008	0.066700
	2009	0.277	0.4077	1.7693	0.038400
	2010	0.3754	0.3786	1.9275	0.027000
	2011	0.9769	0.3539	2.406	0.008100
	2012	1.5618	0.3469	2.5917	0.004800
ALFA	2005	1.4188	0.0071	21.3078	-
	2006	2.7448	0.3337	1.6208	0.052500
	2007	1.565	0.4328	0.2775	0.390700
	2008	1.1968	0.3975	-0.8245	0.795200
	2009	1.1005	0.3621	-1.2456	0.893600
	2010	0.9476	0.3333	-2.473	0.993300
	2011	1.1049	0.3175	-1.0765	0.859100
	2012	6.3025	0.1639	0.6725	0.250600

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
ALSEA	2005	0.1143	0.0824	-3.6538	0.999900
	2006	0.273	0.3972	1.2184	0.111500
	2007	1.0994	0.3529	2.2511	0.012200
	2008	0.4273	0.6026	0.431	0.333200
	2009	0.6766	0.5696	1.0795	0.140200
	2010	0.8401	0.5243	1.3344	0.091000
	2011	0.8932	0.483	1.0647	0.143500
	2012	1.828	0.4844	1.6307	0.051500
AMERICA MOVIL	2005	0.3483	0.3179	1.8223	0.034200
	2006	0.5256	0.2515	2.3382	0.009700
	2007	0.6948	0.2056	3.3736	0.000400
	2008	0.4164	0.4024	0.9406	0.173500
	2009	0.5453	5.7994	0.0446	0.482200
	2010	0.7604	0.3359	1.3908	0.082100
	2011	1.211	8.4318	0.0714	0.471500
	2012	1.1658	2.9014	0.1971	0.421900
ARA CONSORCIO	2005	0.8288	0.5332	0.7281	0.233300
	2006	1.3613	0.5355	1.1912	0.116800
	2007	1.1049	0.4933	1.085	0.139000
	2008	0.5559	0.5062	0.2621	0.396600
	2009	0.5711	0.4726	0.358	0.360200
	2010	1.1901	0.2099	3.8205	0.000100
	2011	1.6354	0.1777	4.7092	-
	2012	1.9703	0.1454	5.8973	-
ASURESTE	2005	1.0975	0.0137	66.9755	-
	2006	1.4267	0.1461	6.411	-
	2007	2.0357	0.1771	5.2201	0.000100
	2008	1.5282	0.2516	3.5158	0.219200
	2009	2.0907	0.2453	3.7224	0.098700
	2010	2.0624	0.2287	3.9265	0.043100
	2011	2.3272	0.212	4.2926	0.008800
	2012	4.3333	0.2647	3.6297	0.141900

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
AUTLAN CIA. MINERA	2005	1.6431	0.0081	61.0842	-
	2006	1.1268	0.2227	1.4302	0.076300
	2007	6.2506	0.9585	0.8831	0.188600
	2008	8.3767	0.8304	0.9477	0.171600
	2009	9.1511	0.7484	1.188	0.117400
	2010	8.5607	0.6962	1.2521	0.105300
	2011	4.4184	0.7162	0.9041	0.183000
	2012	3.7614	0.6721	0.7738	0.219500
BACHOCO INDUSTRIAS	2005	1.609	0.3885	1.7627	0.039000
	2006	1.5897	0.357	1.9327	0.026600
	2007	1.3643	0.3406	1.8308	0.033600
	2008	1.8224	0.3269	2.2498	0.012200
	2009	2.209	0.0074	105.3986	-
	2010	2.2175	0.0054	166.6121	-
	2011	2.8631	0.1258	7.2053	-
	2012	1.1696	0.4441	1.7109	0.043500
CEMEX	2005	4.0961	5.0319	0.0001	0.455900
	2006	2.4219	5.9607	0	0.486900
	2007	4.3641	3.2588	0.0002	0.431600
	2008	0.1447	0.0658	0.0141	-
	2009	0.2291	0.2427	0.0039	-
	2010	0.1999	0.2548	0.0036	0.000100
	2011	0.1703	0.2494	0.0037	0.000100
	2012	0.2442	0.2557	0.0037	0.000100
CORP INTERAM DE ENT	2005	1.1858	0.3099	0.5376	0.295400
	2006	1.6199	0.3763	1.0717	0.141900
	2007	1.4211	0.3105	1.1312	0.129000
	2008	0.4164	0.5852	-2.0632	0.980500
	2009	0.4569	0.5096	-1.4461	0.925900
	2010	0.4467	0.4774	-1.4263	0.923100
	2011	0.3794	0.4409	-1.9867	0.976500
	2012	0.4602	0.4425	-0.0337	0.513500

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
COMERCIAL MEXICANA	2005	0.9724	0.0073	114.3136	-
	2006	1.5907	0.2812	3.1573	0.000800
	2007	1.5056	0.2551	3.4432	0.000300
	2008	0.1548	1.0893	-1.6361	0.949100
	2009	0.5552	1.1723	0.2208	0.412600
	2010	0.7292	1.0826	0.6714	0.251000
	2011	1.0861	1.0155	0.803	0.211000
	2012	2.0332	0.9736	0.9628	0.167800
FRAGUA CORPORATIVO	2005	0.673	0.1305	5.4663	-
	2006	0.9665	0.1808	3.96	-
	2007	1.4733	0.1904	4.2489	-
	2008	1.1653	0.2674	2.9551	0.001600
	2009	1.4879	0.2421	3.1633	0.000800
	2010	1.6087	0.2234	3.4882	0.000200
	2011	1.9401	0.207	3.6898	0.000100
	2012	2.3023	0.1936	3.9271	-
GMEXICO	2005	0.2036	0.2081	-3.9864	1.000000
	2006	0.3332	0.2492	-0.407	0.658000
	2007	0.601	0.2612	1.5386	0.062000
	2008	0.6928	0.6166	0.77	0.220600
	2009	2.4386	0.7202	1.1153	0.132400
	2010	3.9974	0.6629	1.2893	0.098700
	2011	2.8972	0.6521	1.2371	0.108000
	2012	3.7394	0.6088	1.3284	0.092000
GRUMA	2005	2.031	0.1901	2.3042	0.010600
	2006	2.4423	0.1346	3.8322	0.000100
	2007	2.2144	0.1574	2.5372	0.005600
	2008	0.4784	0.7989	-5.6489	1.000000
	2009	1.558	0.9023	-0.546	0.707500
	2010	1.4991	0.8249	-0.4457	0.672100
	2011	1.6403	0.7661	-0.2771	0.609200
	2012	1.934	0.717	-0.5334	0.703100

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
HERDEZ	2005	0.538	0.2275	2.7285	0.003200
	2006	0.7405	0.1881	3.9271	-
	2007	0.5656	0.2931	2.0759	0.019000
	2008	0.7957	0.2704	2.5747	0.005000
	2009	0.9525	0.2467	3.0859	0.001000
	2010	1.0687	0.2298	3.1404	0.000800
	2011	1.7265	0.2342	3.4466	0.000300
	2012	0.5965	0.1643	4.0715	-
GRUPO KUO	2005	1.5973	0.5681	0.6121	0.270200
	2006	0.1395	0.1465	-5.3171	1.000000
	2007	0.1999	0.176	-1.5179	0.935500
	2008	1.1827	0.2787	1.082	0.139600
	2009	0.5054	0.57	-3.7263	0.999900
	2010	0.5268	0.4959	-0.9008	0.816200
	2011	0.7857	0.4763	0.3981	0.345300
	2012	0.6376	0.4529	0.2546	0.399500
LAMOSA GPO	2005	0.0421	0.0454	-128.6921	1.000000
	2006	0.0475	0.0749	-79.9262	1.000000
	2007	0.046	0.0801	-124.2585	1.000000
	2008	0.0184	0.4306	-83.2779	1.000000
	2009	0.0568	2.0168	-4.3891	1.000000
	2010	0.072	4.0268	-1.7166	0.957000
	2011	0.088	3.1591	-2.2305	0.987100
	2012	1.4553	0.5202	1.0724	0.141800
GRUPO POCHTECA	2005	0.3361	0.1877	4.1026	-
	2006	0.458	0.5494	1.3565	0.087500
	2007	0.2653	0.9139	0.7262	0.233900
	2008	0.2902	0.7916	0.6413	0.260700
	2009	0.4571	0.7252	0.9558	0.169600
	2010	0.438	0.6789	0.975	0.164800
	2011	0.4773	0.629	1.1675	0.121500
	2012	1.6335	0.6565	1.4119	0.079000

EMPRESA	PERIODO	V_A	σ_A	DD	EDF
POSADAS GPO	2005	1.0994	0.3529	2.2511	0.012200
	2006	0.4273	0.6026	0.431	0.333200
	2007	0.6766	0.5696	1.0795	0.140200
	2008	0.8401	0.5243	1.3344	0.091000
	2009	0.8932	0.483	1.0647	0.143500
	2010	1.828	0.4844	1.6307	0.051500
	2011	1.6093	0.1074	7.4331	-
	2012	2.8424	0.2945	2.9623	0.001500
RADIO CENTRO	2005	1.4249	0.0033	156.1771	-
	2006	2.3445	0.2888	2.9001	0.001900
	2007	2.8348	0.2362	3.7407	0.000100
	2008	2.3445	0.2605	3.3172	0.000500
	2009	2.4736	0.2332	3.371	0.000400
	2010	2.345	0.2197	3.7148	0.000100
	2011	2.4064	0.2041	4.2507	-
	2012	3.0525	0.1993	4.548	-
SARE	2005	7.0833	0.1725	2.786	0.002700
	2006	1.3658	0.7948	-3.6268	0.999900
	2007	2.2305	0.7442	-1.4068	0.920300
	2008	2.8997	0.6912	-0.3614	0.641100
	2009	0.9262	0.7038	-3.6163	0.999900
	2010	0.6799	0.6365	-4.6312	1.000000
	2011	4.9	0.1943	2.2638	0.011800
	2012	7.6583	0.2249	2.1569	0.015500
SIMEC GRUPO	2005	1.8123	0.6223	1.1022	0.135200
	2006	3.1679	0.6146	1.3525	0.088100
	2007	0.3342	0.1254	-20.9337	1.000000
	2008	0.373	0.1436	-14.8135	1.000000
	2009	0.6838	0.3368	-1.6482	0.950300
	2010	0.2324	0.6153	-7.8584	1.000000
	2011	0.5814	0.667	-1.3136	0.905500
	2012	1.0178	0.6446	-0.1368	0.554400

Funciones MATLAB para obtener los parámetros

PRIMERO ES NECESARIO CREAR EL SCRIPT ANTES DE PROCEDER A ESCRIBIR LAS INSTRUCCIONES O ORDENES.

COMANDOS PARA EL SCRIPT

```
function G=myfun(x,c1,c2,c3,R) %VA,SigA,DD,EDF)
d1=(log(x(1)/c1)+(R+(x(2)^2)/2))/x(2);
G=[x(1)*normcdf(d1,0,1)-exp(-R)*c1*normcdf(d1-x(2),0,1)-
c2;normcdf(d1,0,1)*x(1)*x(2)/c2-c3];
```

Comandos para la pantalla COMMAND WINDOW:

```
close all
clear all
clc
options.MaxFunEvals=500;
SigE=xlsread('C:\KMV\DataEmpresas31.xlsx','Hoja2','D1:D141');
rf=xlsread('C:\KMV\DataEmpresas31.xlsx','Hoja2','E1:E141');
VE=xlsread('C:\KMV\DataEmpresas31.xlsx','Hoja2','F1:F141');
D=xlsread('C:\KMV\DataEmpresas31.xlsx','Hoja2','G1:G141');
DP=xlsread('C:\KMV\DataEmpresas31.xlsx','Hoja2','H1:H141');
n=length(VE);
n1=int32(n);
VA=zeros(n1,1);
SigA=zeros(n1,1);
DD=zeros(n1,1);
EDF=zeros(n1,1);
fori=1:n;
c1=D(i);
c2=VE(i);
c3=SigE(i);
c4=DP(i);
```

```

R=rf(i);
a=fsolve(@(x)myfun(x,c1,c2,c3,R),[3000;0.5],optimset('Display','iter'));
VA(i)=a(1,1);
SigA(i)=a(2,1);
DD(i)=(VA(i)-c4)/(VA(i)*SigA(i));
EDF(i)=1-normcdf(DD(i),0,1);
end
VA
SigA
DD
EDF
plot(VA,SigA);
plot (DD,EDF);
figure; plot(DD)
figure; plot (EDF)

```

Anexo 3

A continuación se enuncian las principales razones financieras existentes, así como las necesarias dentro de esta investigación para evaluar y determinar problemas asociados con insolvencia y dificultades económico-financieras:

Razones de Liquidez. La liquidez de una organización es juzgada por la capacidad para saldar las obligaciones a corto plazo que se han adquirido a medida que éstas se vencen. Se refieren no solamente a las finanzas totales de la empresa, sino a su habilidad para convertir en efectivo determinados activos y pasivos corrientes, las razones utilizadas para obtener el grado de liquidez de una empresa son las siguientes:

Determinación de las razones financieras:

$$\text{Razón circulante} = \frac{\text{Activo circulante}}{\text{Pasivo a corto plazo}}$$

$$\text{Prueba del ácido} = \frac{\text{Efvo} + \text{Inversiones temporales} + \text{Cxc}}{\text{Pasivo a corto plazo}}$$

$$\text{Rotación de cuentas por cobrar} = \frac{\text{Venta neta a crédito}}{\text{Cxc promedio}}$$

$$\text{Días de cobro a clientes} = \frac{365}{\text{Rot cxc}}$$

$$\text{Rotación de inventarios} = \frac{\text{Costo de Venta}}{\text{Inventario promedio}}$$

$$\text{Días de inventario} = \frac{365}{\text{Rot inv}}$$

$$\text{Ciclo total de operación} = \text{días inventario} + \text{días cobro}$$

Razones de rentabilidad y eficiencia. Muestran la rentabilidad en relación con las ventas y con la inversión. Juntas, indican la eficiencia de operación de la compañía.

$$\text{Margen de utilidad neta} = \frac{\text{Utilidad neta}}{\text{Venta neta}}$$

$$\text{Rotación de activos} = \frac{\text{Venta Neta}}{\text{Total activos promedio}}$$

$$\text{Rendimiento sobre activos (ROA)} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo total promedio}}$$

$$\text{Rendimiento sobre el capital (ROE)} = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Capital contable promedio}}$$

Razones de solvencia. Se refiere a la capacidad de una empresa para cubrir a su vencimiento tanto las obligaciones a largo plazo como los costos e intereses.

$$\text{Razón de estabilidad} = \frac{\text{Pasivo total}}$$

Capital contable

$$\text{Cobertura de interés} = \frac{\text{Ut antes ISR e intereses (UAFIR)}}{\text{Gasto por interés}}$$

$$\text{Palanca Financiera} = \frac{\text{Activo Total promedio}}{\text{Cap. contable promedio}}$$

Razones de flujo. Razones de suficiencia en la generación de flujo de efectivo

$$\frac{\text{Efectivo generado por la operación}}{\text{Inversiones en activos} + \text{Pago de pasivo a largo plazo} + \text{Dividendos Pagados}}$$

Razones de eficiencia en la generación de efectivo:

$$\frac{\text{Efectivo generado por la operación}}{\text{Ventas}}$$

Razones de mercado. Reflejan la relación rendimiento y riesgo, relacionando la información contable con los valores de mercado.

$$\text{Razón precio-utilidad} = \frac{\text{Valor de mercado de la acción}}{\text{Utilidad por acción}}$$

$$\text{Yield del dividendo} = \frac{\text{Dividendos por acción}}{\text{Valor de mercado de la acción}}$$

Descripción de sectores económicos.

El sector **Agricultura, Ganadería, Aprovechamiento Forestal, Pesca y Caza (AGAFPC)**, abarca entidades económicas que comprenden la siembra, cultivo, cosecha y recolecta de vegetales; a la explotación de animales en ambientes controlados: al aprovechamiento y recolección de recursos forestales: a la pesca, caza y captura de animales en su hábitat natural.

El sector **Comercio al por mayor (CM)**, incorpora a las entidades económicas que comprenden la compra-venta sin transformación de bienes de consumo intermedio como bienes de capital, materias primas y suministros utilizados en la producción y bienes de consumo final para ser vendidos a otros comerciantes, distribuidores, fabricantes y productores de bienes y servicios.

El sector **Construcción (C)**, comprende entidades económicas dedicadas a la creación de bienes finales utilizando insumos provenientes de otras industrias como el acero, hierro, cemento, arena, cal, madera, aluminio, etc., para la creación de infraestructura urbana necesarias en diferentes sectores económicos.

El sector **Industrias Manufacturera (IM)**, comprende entidades económicas dedicadas a la transformación de una gran variedad de materias primas en diferentes artículos para el consumo.

El sector **Información en Medios Masivos (IMM)**, comprende entidades económicas dedicadas a la creación y difusión de productos sujetos a los derechos de autor y reúne todas las actividades relativas en la transformación de información en mercancía para que sea producida y distribuida.

El sector **Minería (M)**, comprende entidades económicas dedicadas a la obtención y extracción de recursos naturales minerales.

El sector **Servicios de Alojamiento Temporal y de Preparación de Alimentos y Bebidas (SATPAB)**, comprende entidades económicas dedicadas al alojamiento temporal en hoteles, moteles, cabañas, villas, campamentos, albergues recreativos, casas de huéspedes, pensiones y departamentos amueblados con servicios de hotelería; y a la preparación y servicio de alimentos y bebidas para su consumo inmediato en restaurantes, unidades móviles, centros nocturnos, bares, cantinas y similares.