

# **ANÁLISIS DE LOS MODELOS DE COMPORTAMIENTO DE LOS INDICADORES DE QUIEBRA Y PRODUCTIVIDAD PARA EL SECTOR INDUSTRIAL**

**Allan Sisalema Naranjo**

---

**Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí**

## **RESUMEN**

Este estudio tiene el objetivo de analizar el sector manufacturero de la economía ecuatoriana a través de varios indicadores financieros y de productividad, y obtener un valor que indique cuando la empresa está en quiebra y uno de productividad para las organizaciones del mencionado sector.

Las bases de datos son provistas por la Superintendencia de Compañías, desagregadas al tercer dígito según la normativa CIIU (Clasificación Industrial Internacional Uniforme) tercera revisión y contienen las cuentas de los balances de las empresas del sector; se trabaja con bases de información por segmentos de empresas grandes, medianas y pequeñas que tienen información completa y de al menos cinco años antes del período de estudio, cabe mencionar que no se hace referencia a las microempresas, dado que la información existente es muy incompleta y presenta una inmensa cantidad de datos atípicos lo cual hace inviable la realización de su estudio. Se utiliza el Análisis de Discriminante, propuesto por (Alman, 1968), quien en sus trabajos aplicó esta técnica estadística, trabajando con grupos homogéneos y se calculan los respectivos modelos discriminantes para cada segmento de empresas; una vez obtenidas las puntuaciones discriminantes se elabora un “termómetro de solvencia” y un “termómetro de productividad” en base al estudio de Kanitz y se categorizan a las empresas según su situación con respecto a la quiebra y a la productividad.

El resultado de este estudio permite identificar la situación financiera y productiva de las empresas del sector D (Industrias Manufactureras) y sus determinantes, además se presentan a las empresas con los índices más altos.

Al finalizar este estudio se recomienda mayor exhaustividad en la recolección de información de los estados financieros de las empresas, pues la falta de información y su imprecisión restan el potencial de este estudio.

**Palabras claves:** Insolvencia, Quiebra, Productividad, Indicador Financiero, Análisis Discriminante, Industrias Manufacturera.

## **1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES**

Las limitadas de herramientas que permitan a las empresas tener alertas sobre posibles quiebras, y a su vez, identificar y mejorar sus niveles de productividad a nivel sectorial de la economía, constituye un amplio problema para el desarrollo del crecimiento económico en el Ecuador.

La productividad es sin duda un factor determinante en el crecimiento económico de un país, pues tiene tanta incidencia en el nivel de vida de la sociedad, y su mejora conlleva la posibilidad de incrementar sueldos, salarios y obtener una mayor rentabilidad del capital invertido, y en consecuencia mayor incentivo a la inversión, lo que implica un crecimiento del empleo y por ende un aporte al desarrollo de la economía, factores muy importantes y de gran interés para los responsables de la economía de un país o región.

El aparato productivo de un país, en su mayoría está conformado por empresas, cada una de ellas de distinta naturaleza, composición y actividad, quienes a través de la contratación de personas, llevan adelante su actividad económica. La importancia del aparato productivo de un país radica en su capacidad de sostenimiento a nivel local y su mínima dependencia externa para satisfacer las necesidades creadas en la sociedad.

En el Ecuador, las empresas constituyen un eje trascendental en el aporte a la economía local, pues según el Servicio de Rentas Internas el 93% de las recaudaciones efectuadas corresponde a las sociedades, teniendo éstas una gran incidencia en el aporte a la economía ecuatoriana (SRI, 2008)

En un país como el Ecuador, en vías de desarrollo, el aparato productivo es clave para el impulso de su economía, es por eso que el sector “Industrial Manufacturero” tiene una importancia muy grande en el Ecuador; según datos del Banco Central del Ecuador al año 2009 fue el segundo sector de mayor aporte al PIB (excluye refinación de petróleo), además este sector a partir de la dolarización en el año 2000, tiene un creciente valor agregado industrial sobre el PIB, siendo importante su incidencia en la economía ecuatoriana; asimismo según datos de la Superintendencia de Compañías, para el año 2009 el sector “Industrias Manufactureras” contaba con 3402 empresas, siendo el cuarto sector con mayor número de empresas adscritas a este organismo de

control, generando un número de personal ocupado igual a 259.502 personas, es el segundo sector que más empleo genera, sólo detrás del sector “Comercio al por mayor y al por menor; reparación de vehículos automotores, motocicletas, efectos personales y enseres domésticos”.

No obstante, de lo antes notado, según registro de la Superintendencia de Compañías, el número de empresas en el Ecuador ha tenido una tendencia positiva, incrementándose el número de éstas de un total de 37135 empresas en el año 2007 a 40202 empresas en el año 2009, sin embargo, entre el año 2008 y el año 2009, en el sector “Industrias Manufactureras” se ha reducido el número de empresas, existían 3476 empresas en el año 2008, quedando únicamente 3402 empresas en el año 2009.

A través del tiempo el desarrollo e implementación de herramientas que permitan alertar a las empresas sobre peligros de quiebra se han tornado importantes, es así que la sostenibilidad y productividad de las empresas son fundamentales para sostener una economía, allí radica la importancia de contar con este tipo de herramientas que identifiquen y ayuden en la prevención de quiebras empresariales y a su vez, contar con herramientas que reconozcan el nivel de productividad empresarial, mejor aún a nivel sectorial, de manera que se pueda controlar y vislumbrar de mejor manera un sector específico.

## **2. INDICADORES FINANCIEROS**

El análisis financiero es el estudio efectuado a los estados contables de un ente económico con el propósito de evaluar el desempeño financiero y operacional del mismo, así como para contribuir a la acertada toma de decisiones por parte de los administradores, inversionistas, acreedores y demás terceros interesados en el ente. Esta es la forma más común de análisis financiero y representa la relación entre dos cuentas o rubros de los estados contables con el objeto de conocer aspectos particulares de una empresa como la liquidez, rotación, solvencia, rentabilidad y endeudamiento del ente evaluado.

Ahora bien, para precisar mejor, un indicador financiero (o ratio financiero) es una estadística sobre la economía; los indicadores financieros permiten el análisis de los resultados económicos y las predicciones de resultados futuros; aunque su aplicación y su provecho dependen mucho de la veracidad de la información disponible y de la capacidad del analista financiero.

En Ecuador el ente regulador de las empresas es la Superintendencia de Compañías, quien en su portal web publica una tabla de veinte indicadores financieros que sirven

para el control y monitoreo de las empresas inscritas en el país; la construcción de estos indicadores será la base para el desarrollo del indicador de quiebra del sector “Industrias Manufactureras”, la siguiente tabla muestra los ratios mencionados. (www.asesorescorporativos.net, s.f.)

TABLA 1 INDICADORES FINANCIEROS

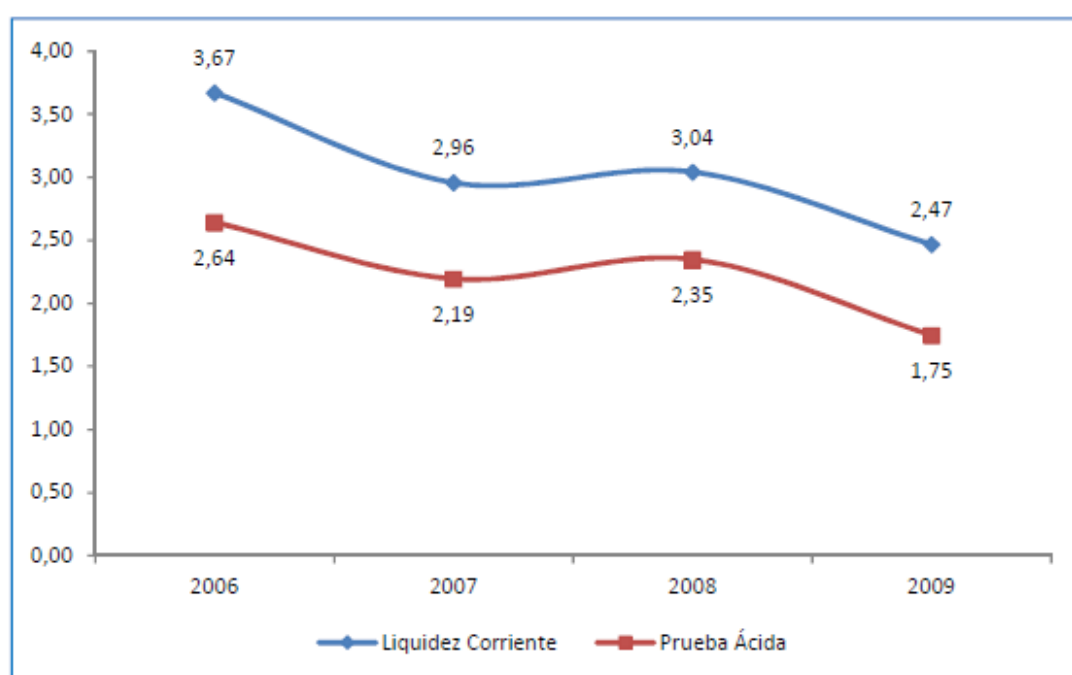
FACTOR	INDICADORES TÉCNICOS	FÓRMULA
I. LIQUIDEZ	1. Liquidez Corriente	$\text{Activo Corriente} / \text{Pasivo Corriente}$
	2. Prueba Ácida	$\text{Activo Corriente} - \text{Inventarios} / \text{Pasivo Corriente}$
II. SOLVENCIA	1. Endeudamiento del Activo	$\text{Pasivo Total} / \text{Activo Total}$
	2. Endeudamiento Patrimonial	$\text{Pasivo Total} / \text{Patrimonio}$
	3. Endeudamiento del Activo Fijo	$\text{Patrimonio} / \text{Activo Fijo Neto}$
	4. Apalancamiento	$\text{Activo Total} / \text{Patrimonio}$
	5. Apalancamiento Financiero	$(\text{UAI} / \text{Patrimonio}) / (\text{UAI} / \text{Activos Totales})$
III. GESTION	1. Rotación de Cartera	$\text{Ventas} / \text{Cuentas por Cobrar}$
	2. Rotación de Activo Fijo	$\text{Ventas} / \text{Activo Fijo}$
	3. Rotación de Ventas	$\text{Ventas} / \text{Activo Total}$
	4. Período Medio de Cobranza	$(\text{Cuentas por Cobrar} * 365) / \text{Ventas}$
	5. Período Medio de Pago	$(\text{Cuentas y Documentos por Pagar} * 365) / \text{Compras}$
	6. Impacto Gastos Administración y Ventas	$\text{Gastos Administrativos y de Ventas} / \text{Ventas}$
	7. Impacto de la Carga Financiera	$\text{Gastos Financieros} / \text{Ventas}$
IV. RENTABILIDAD	1. Rentabilidad Neta del Activo (Du Pont)	$(\text{Utilidad Neta} / \text{Ventas}) * (\text{Ventas} / \text{Activo Total})$
	2. Margen Bruto	$\text{Ventas Netas} - \text{Costo de Ventas} / \text{Ventas}$
	3. Margen Operacional	$\text{Utilidad Operacional} / \text{Ventas}$
	4. Rentabilidad Neta de Ventas (Margen Neto)	$\text{Utilidad Neta} / \text{Ventas}$
	5. Rentabilidad Operacional del Patrimonio	$(\text{Utilidad Operacional} / \text{Patrimonio})$
	6. Rentabilidad Financiera	$(\text{Ventas} / \text{Activo}) * (\text{UAI} / \text{Ventas}) * (\text{Activo} / \text{Patrimonio}) * (\text{UAI} / \text{UAI}) * (\text{UN} / \text{UAI})$
UAI: Utilidad antes de Impuestos		
UAI: Utilidad antes de Impuestos e Intereses		
Utilidad Neta: Después del 15% de trabajadores e impuesto a la renta		
UO: Utilidad Operacional (Ingresos operacionales - costo de ventas - gastos de administración y ventas)		

Fuente: Superintendencia de Compañías

Elaboración: Autor

## 2.1 INDICADORES DE LIQUIDEZ EN EL SECTOR “D”, “INDUSTRIAS MANUFACTURERAS”

Estos indicadores tienen por objeto medir la capacidad que tienen las empresas para cancelar sus obligaciones de corto plazo, son utilizados para establecer la facilidad o dificultad que presenta una empresa para pagar sus pasivos corrientes al convertir a efectivo sus activos corrientes, es decir su capacidad de liquidez.



Fuente: Superintendencia de Compañías

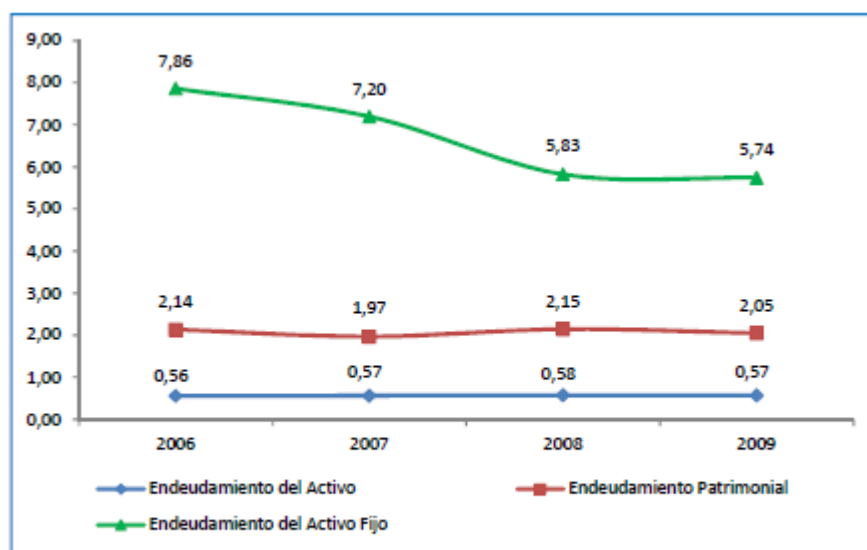
**Figura 1 Indicadores de liquidez en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras”**

En la figura 1 se puede observar claramente que para el sector “Industrias Manufactureras”, los dos índices de liquidez poseen una tendencia muy similar, en magnitud de liquidez durante el período de estudio, en otras palabras, sus empresas tienen alta capacidad para hacer frente a sus deudas de corto plazo, sin embargo, cuando alguno de los índices de liquidez son muy elevados, puede existir la posibilidad de que haya un inadecuado manejo de los activos corrientes, es decir, existencia de excesos de liquidez que suelen ser muy poco productivos.

### 2.1.2 INDICADORES DE SOLVENCIA EN EL SECTOR “D”, “INDUSTRIAS MANUFACTURERAS”

Estos indicadores sirven para medir el grado en el cual participan los acreedores dentro del financiamiento de una empresa y la forma en la que lo están haciendo, en otras palabras, sirven para determinar la capacidad de endeudamiento empresarial; con estos indicadores el objetivo es establecer el riesgo que corren los acreedores y los dueños de la empresa, además de la conveniencia o no del endeudamiento en estudio; los indicadores de solvencia son : “Endeudamiento del Activo”, “Endeudamiento Patrimonial”, “Endeudamiento del Activo Fijo”, mostrados en la figura 4, y “Apalancamiento” y “Apalancamiento Financiero” mostrados en la figura 2

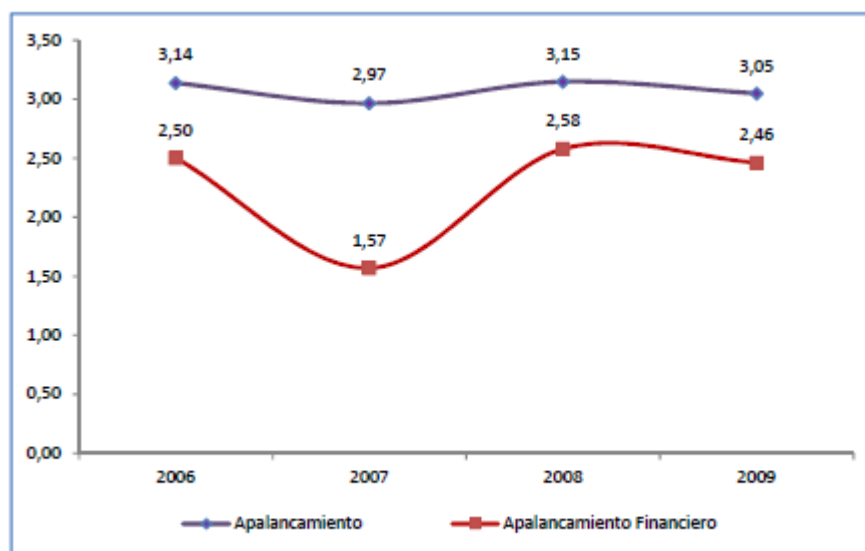
**Figura 2. Indicadores de solvencia en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras” (“Endeudamiento del Activo”, “Endeudamiento Patrimonial”, “Endeudamiento del Activo Fijo”)**



Fuente: Superintendencia de Compañías

La figura 2 representa claramente el comportamiento que ha mantenido la industria manufacturera durante el período de estudio con respecto a los ratios “Endeudamiento del Activo”, “Endeudamiento Patrimonial” y “Endeudamiento del Activo Fijo”.

**Figura 3. Indicadores de solvencia en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras” (“Apalancamiento” y “Apalancamiento Financiero”)**



Fuente: Superintendencia de Compañías

La figura 3 representa claramente el comportamiento que ha mantenido la industria manufacturera durante el período de estudio con respecto a los ratios “Apalancamiento” y “Apalancamiento Financiero”.

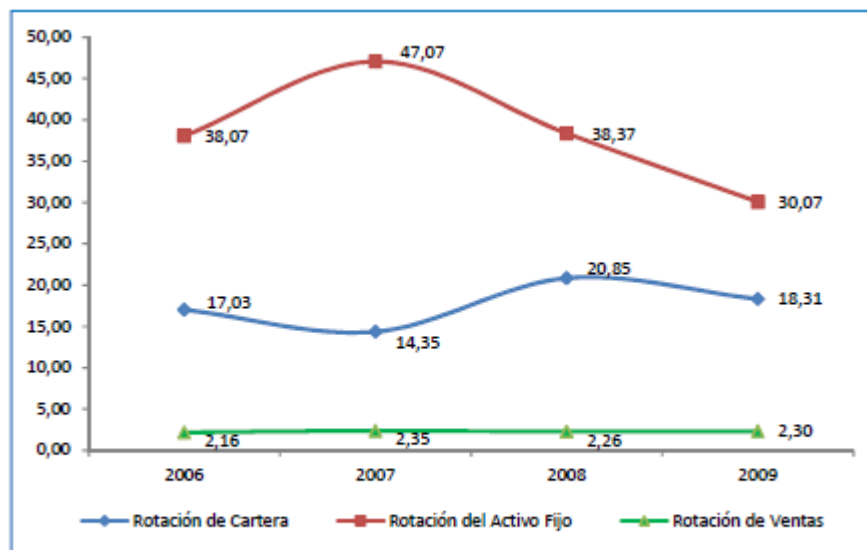
El indicador de apalancamiento corresponde al número de unidades monetarias de activos conseguidos por cada unidad monetaria de patrimonio; en otras palabras, determina en qué grado se apoyan los recursos internos de la empresa sobre recursos de terceros; en este sentido, la industria manufacturera presenta índices positivos, pues siempre se encuentran alrededor de 3, es decir, que por cada dólar de patrimonio de las empresas, se han conseguido cerca de tres dólares en activos.

### **2.1.3 INDICADORES DE GESTIÓN EN EL SECTOR “D”, “INDUSTRIAS MANUFACTURERAS”**

Los indicadores de gestión sirven para medir la eficiencia con la que las empresas utilizan sus recursos, miden el nivel de rotación de los componentes del activo; el grado de recuperación de los créditos y del pago de las obligaciones; la eficiencia con la cual una empresa utiliza sus activos según la velocidad de recuperación de los valores aplicados en ellos y el peso de diversos gastos de la empresa en relación con los ingresos generados por ventas; los indicadores de gestión considerados son:

“Rotación de Cartera”, “Rotación de Activo Fijo”, y “Rotación de Ventas”, mostrados en la figura 4, “Período Medio de Cobranza” y “Período Medio de Pago”, mostrados en la figura 5, e “Impacto Gastos Administración y Ventas” y “Impacto de la Carga Financiera” representados en la figura 6 para la industria manufacturera.

**Figura 4. Indicadores de gestión en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras” (“Rotación de Cartera”, “Rotación de Activo Fijo” y “Rotación de Ventas”)**



Fuente: Superintendencia de Compañías

La figura 4 representa claramente el comportamiento que ha mantenido la industria manufacturera durante el período de estudio con respecto a los ratios “Rotación de Cartera”, “Rotación del Activo Fijo” y “Rotación de Ventas”.

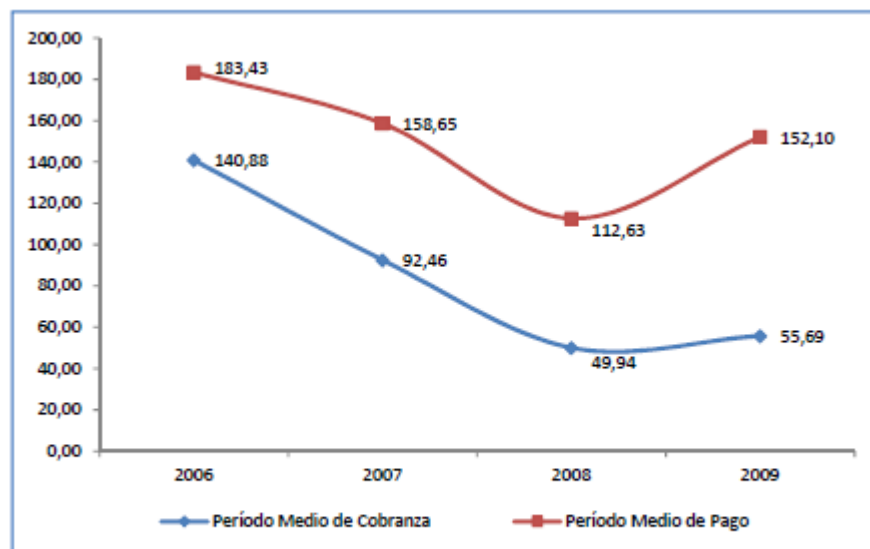
La rotación de cartera indica el número de veces que las cuentas por cobrar giran, en promedio, en un periodo determinado de tiempo, generalmente un año, es así que para la industria manufacturera, en promedio, las cuentas por cobrar se convirtieron en efectivo 17 veces durante el período de estudio, lo que es sin duda un factor positivo digno de destacar.

La rotación del activo fijo, por su parte, revela la cantidad de unidades monetarias vendidas por cada unidad monetaria invertida en activos inmovilizados.

La rotación de ventas es un ratio que sirve para medir la eficiencia en la utilización del activo total, así como el número de veces que, en un determinado nivel de ventas, se utilizan los activos.



**Figura 5. Indicadores de gestión en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras” (“Período Medio de Cobranza” y “Período Medio de Pago”)**



Fuente: Superintendencia de Compañías

La

La figura 5 representa en forma clara el comportamiento que ha mantenido la industria manufacturera durante el período de estudio con respecto a los ratios “Impacto de Gastos de Administración y Ventas”, e “Impacto de Carga Financiera”.

El impacto de gastos de administración y ventas, sirve para relacionar los gastos de administración y ventas con las ventas; pues si bien una empresa puede presentar un margen bruto relativamente aceptable, éste puede verse disminuido por la presencia de fuertes gastos operacionales (administrativos y de ventas) que determinarán un bajo margen operacional y la disminución de las utilidades netas de la empresa. Para el caso de la industria manufacturera se observa que el impacto ha caído a través del período, teniendo un ligero aumento para el 2009, es decir que si bien los costos de venta aumentaron, su impacto sobre la utilidad bruta es poco significativo.

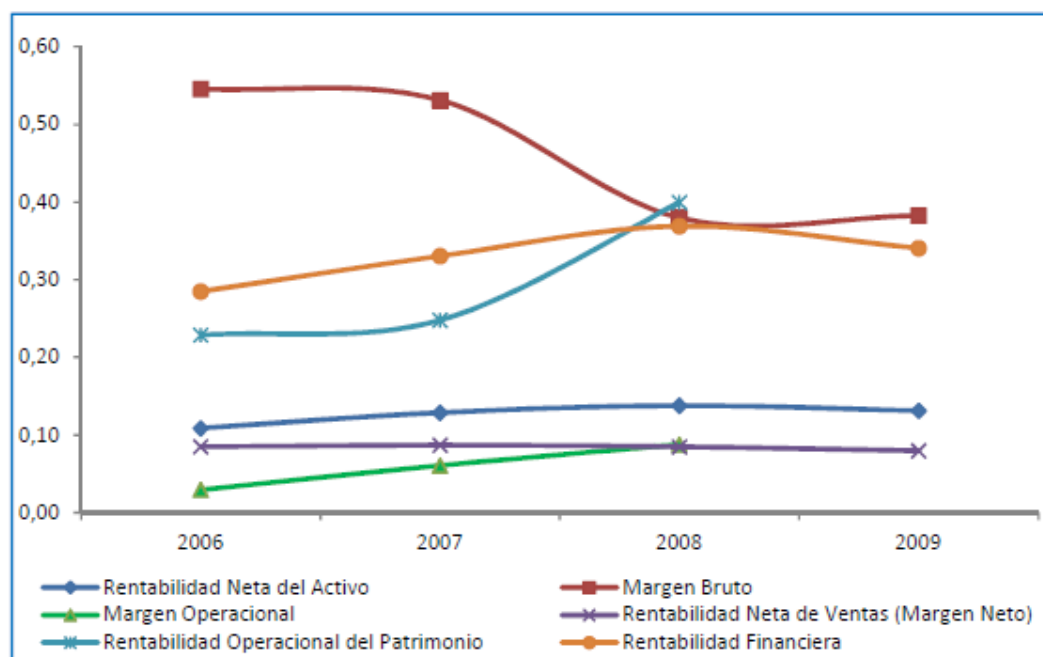
El impacto de la carga financiera permite conocer cuál es la incidencia de los gastos financieros sobre los ingresos de la empresa; en este sentido la industria manufacturera es un sector cuyas obligaciones con entidades financieras son muy bajas con respecto al nivel de ventas, lo cual evidencia que en general es un sector que se autofinancia.

#### 2.1.4 INDICADORES DE RENTABILIDAD EN EL SECTOR “D”, “INDUSTRIAS MANUFACTURERAS”

Los indicadores de rentabilidad o de rendimiento sirven para medir la efectividad de la administración de la empresa en el control de los costos y gastos, y a través de esta mencionada efectividad, convertir las ventas en utilidades.

Desde el punto de vista del inversionista, lo más importante de utilizar estos indicadores es analizar la manera en la cual se produce el retorno de los valores invertidos en la empresa (rentabilidad del patrimonio y rentabilidad del activo total). Los indicadores de rentabilidad considerados son: “Rentabilidad Neta del Activo (Du Pont)”, “Margen Bruto”, “Margen Operacional”, “Rentabilidad Neta de Ventas (Margen Neto)”, “Rentabilidad Operacional del Patrimonio” y “Rentabilidad Financiera”; y están representados en la figura 6 para la industria manufacturera.

**Figura 6. Indicadores de rentabilidad en el Sector “D”, “Industrias Manufactureras” (“Rentabilidad Neta del Activo (Du Pont)”, “Margen Bruto”, “Margen Operacional”, “Rentabilidad Neta de Ventas (Margen Neto)”, “Rentabilidad Operacional del Patrimonio” y “Rentabilidad Financiera”**



Fuente: Superintendencia de Compañías

La figura 6 muestra el comportamiento del sector “Industrias Manufactureras” en cuanto a sus indicadores de rentabilidad.

La rentabilidad neta del activo evidencia la capacidad que un activo tiene para reproducir utilidades, sin tomar en cuenta su financiamiento, el cual puede ser a través de deuda o de patrimonio. Para el sector “Industrias Manufactureras” este indicador muestra que, en promedio, su utilidad neta corresponde un 12% del activo total, y ha sido creciente en el tiempo.

El margen bruto permite conocer la rentabilidad de las ventas frente al costo de ventas y la capacidad de la empresa para cubrir los gastos operativos y generar utilidades antes de deducciones e impuestos<sup>33</sup>. Las ventas de la industria manufacturera generan, en promedio, un 46% de utilidad bruta en el año, sin embargo la figura 14 denota que este indicador ha ido decreciendo, tanto así que para el año 2009 cae a tan solo 38%, lo cual es preocupante para un sector como este, pues su producción y la consecuente venta son el móvil de negocio.

El margen operacional tiene gran importancia dentro del estudio de la rentabilidad de una empresa puesto que indica si el negocio es o no rentable en sí mismo, independiente de la forma como ha sido financiado. En el sector “Industrias Manufactureras”, en promedio, la utilidad operacional corresponde a un 5,93% de las ventas, en general, este indicador ha ido creciendo en el período, y en el año 2008 alcanza un valor de 8,77%.

La rentabilidad neta de ventas o margen neto, indica cuánto queda de cada dólar vendido para cubrir los impuestos y generar utilidades para los socios; en cuestión porcentual indica el tanto por ciento de las ventas que quedó para utilidades netas a ser repartidas entre los socios. Para la industria manufacturera, en promedio, la utilidad neta corresponde a un 8,41% de las ventas netas del año, sin embargo, para el año 2009 este indicador ha bajado hasta 7,97%.

La rentabilidad operacional del patrimonio muestra, según el capital que los socios o accionistas han invertido en la empresa, la rentabilidad que se les ofrece, sin tomar en cuenta los gastos financieros ni de impuestos y participación de trabajadores. Para el caso ecuatoriano, el sector “Industrias Manufactureras”, en promedio, presenta una utilidad operacional del 29,2% del patrimonio, un alto nivel de rentabilidad, siendo el año 2008 el de mayor repunte con un 39,95%, y siempre creciente; cabe recalcar que no hubo la información disponible para el año 2009 por parte de la Superintendencia de Compañías.

La rentabilidad financiera calcula el beneficio neto (deducidos los gastos financieros, impuestos y participación de trabajadores) generado en relación a la inversión de los propietarios de la empresa. En este sentido, la industria manufacturera, en promedio,

ha estado con una rentabilidad financiera del 33,13% para el período de estudio, siendo el máximo pico en el año 2008 con 36,90% y decayendo un par de puntos porcentuales en 2009 llegando al 34,07%. ([http://www.infosigma.com/diagnostico\\_financiero.htm](http://www.infosigma.com/diagnostico_financiero.htm), s.f.)

## **2.3 REVISIÓN METODOLÓGICA**

La medición de la solvencia de una empresa o la predicción de quiebras empresariales, como se describe en ciertos documentos, ha estado sujeta a varias investigaciones y análisis, en principio muchos de estos trabajos han concluido en que los índices financieros basados en datos contables son capaces de distinguir entre empresas en quiebra y empresas sanas.

Se trata de analizar varias metodologías desde sus teorías básicas, así como de las diferentes aplicaciones estudiadas en Latinoamérica, ya que es una región donde sus países comparten similares condiciones y a donde el Ecuador pertenece; es necesario tomar en cuenta los análisis que podrían ser considerados generadores de un aporte significativo en nuestro país, ya que la medición de la solvencia es un tema que va cobrando mucha importancia por el objetivo de mitigar riesgos en las compañías.

En un principio, los intentos de medir y disminuir el riesgo de pérdida así como de quiebra han sido realizados desde hace varias décadas, incluso data de la década de los años 30 con (Winakor, 1935). Los primeros estudios con análisis matemático y estadístico para obtener resultados más consistentes y valederos se hicieron años más tarde; (Beaver, 1968) fue uno de los precursores de modelos univariantes para predecir el fracaso empresarial.

Rápidamente esta visión fue sustituida por un enfoque multivariante para que se puedan considerar varios aspectos de las empresas, en este punto surge una herramienta muy útil como el Análisis Discriminante propuesto por (Fisher, 1925), autores como (Altman, FINANCIAL RATIOS, DISCRIMINANT ANALYSIS AND THE PREDICTION OF CORPORATE BANKRUPTCY, 1968), (Blum, 1974), (Deakin, 1972) entre otros emplean el análisis discriminante para evaluar empresas obteniendo muy buenos resultados en algunas aplicaciones.

Sin embargo, más tarde aparecen cuestionamientos en cuanto a la metodología, pues esta herramienta conlleva ciertas exigencias que se deben cumplir para su validez como por ejemplo supuestos de normalidad de los datos. Es así que surgen modelos algo más complejos que no requieren necesariamente el cumplimiento de los supuestos del análisis discriminante, como modelos Logit, Probit o de Inteligencia

Artificial (Redes Neuronales), los dos primeros basados en modelos de probabilidad condicional.

Autores como (Marti, 1977), (Ohlson, 1980), (Ohlson, 1980), (Golinsky, 1998), (Golinsky, 1998), (Platt, 1991) entre muchos otros realizaron estudios en diferentes ámbitos con estas técnicas, más aún estas herramientas descritas al igual que el Análisis Discriminante se encuentran sujetas a otras restricciones propias del modelo.

En el ámbito Latinoamericano, encontramos (Arroyo, 2009) como referente en la comparación, descripción y estimación de modelos de riesgo de crédito básico de (Merton, 1974) modelos probit y modelos de duración en las sociedades colombianas en el período 1994-2004.

En Perú, (Mongrut, 2011) utilizando un modelo logístico aplicado a empresas con y sin dificultades financieras durante el período 1995-2007, encontró algunos de los factores macroeconómicos que afectan la probabilidad de insolvencia empresarial de las empresas peruanas como el crecimiento del producto interno bruto (PIB) de la industria, el crecimiento anual de la inflación y los episodios de crisis financieras.

Estudios realizados en Chile, (Romani, 2002) buscan identificar el modelo que clasifique y prediga con mayor exactitud el grado de confiabilidad de las empresas en Chile, los resultados muestran que el Modelo de Redes Neuronales es superior en comparación con la Regresión Logística y el Análisis Discriminante, sin embargo estos últimos permiten explicar el fenómeno, lo que significa la identificación de las variables que mejor explican el tema.

En general, en base a los estudios revisados en este ámbito se puede subrayar que las herramientas propuestas pueden ser consideradas en diferentes investigaciones, de acuerdo a las condiciones y realidades propias del entorno; así, la utilización de alguna de las diferentes técnicas revisadas dependerá del cumplimiento de restricciones, información disponible, software y metodología, además de los resultados que se deseen obtener.

## **2.4 JUSTIFICACIÓN DEL MODELO A SEGUIR**

Como se indicó en la parte anterior, las diferentes metodologías que se pueden aplicar para la evaluación del fracaso empresarial están enmarcadas en restricciones propias del estudio. En el caso de esta investigación, la creación de un indicador de solvencia en el sector “Industrias Manufactureras” se realizará con la aplicación del Análisis Discriminante de Fisher, por la adaptación de la información, la flexibilidad y la simplicidad de la metodología.

La utilización de ratios financieros (insumos que se poseen) también es muy importante en la elección del Análisis Discriminante, varios estudios realizados en el ámbito financiero han sido realizados con esta técnica, así como en otras disciplinas. Actualmente grandes empresas, y especialmente las financieras, utilizan metodologías basadas en obtener un Score o puntuaciones individuales.

La técnica del Análisis Discriminante tiene las ventajas de considerar un perfil completo de características comunes a las empresas así como la interacción de estas propiedades, por lo que esta técnica estadística se utiliza para clasificar una observación en uno de los muchos grupos a priori que dependen de las características individuales de la observación. (Altman., 2000)

Esta herramienta estadística se ha posicionado como una técnica robusta en sus aplicaciones. Estudios realizados sostienen que comparando resultados de Análisis Discriminante donde no son cumplidas sus restricciones, con otro modelo que no exige por ejemplo supuestos de normalidad, como el Análisis Logit, sus resultados no evidencian diferencias significativas,<sup>39</sup> pues en el caso del Logit también se requiere el cumplimiento de varios supuestos.

Esto determina, en este caso, que el Análisis Discriminante es una metodología muy válida a la hora de generar una función que absorba la realidad para establecer una puntuación (índice) de cada empresa y que de esta manera se evalúe si una empresa es solvente o se encuentra en etapa de insolvencia.

## **2.5 MODELO**

El análisis discriminante se utiliza para clasificar a distintos individuos en grupos o poblaciones alternativas, a partir de los valores de un conjunto de variables sobre los individuos a los que se pretende clasificar. Cada individuo puede pertenecer a un solo grupo. La pertenencia a uno u otro grupo se introduce en el análisis mediante una variable categórica que toma tantos valores como grupos existentes.

En el análisis discriminante esta variable juega el papel de variable dependiente. A las variables que se utilizan para realizar la clasificación de los individuos se las denominará como variables clasificadoras. También se emplean las denominaciones de variables criterio o variables predictivas, o la denominación genérica de variables explicativas. En el análisis discriminante, la información de las variables clasificadoras se sintetiza en unas funciones, denominadas funciones discriminantes, que son las que finalmente se utilizan en el proceso de clasificación.

El análisis discriminante y de correlación lineal múltiple se aplica para fines explicativos y predictivos. En la utilización explicativa se trata de determinar la contribución de cada variable clasificadora a la clasificación correcta de cada uno de los individuos. En una aplicación predictiva, se trata de determinar el grupo al que pertenece un individuo para el que se conocen los valores que toman las variables clasificadoras. (Sanchís, 2003)

El análisis discriminante es uno de los métodos del análisis multivariante, donde el análisis de la varianza es una condición fundamental, en el mismo el papel que juegan los distintos tipos de variables está invertido en uno y otro método. Así en el análisis de la varianza la variable categórica (el factor) es la variable explicativa, mientras que en el análisis discriminante la variable categórica es precisamente la variable dependiente (Uriely Aldás 2005).

Es posible considerar al análisis discriminante como un análisis de regresión múltiple, donde la variable dependiente es categórica y la etiqueta de cada uno de los grupos son sus categorías, las variables independientes son continuas y determinan a qué grupos pertenecen los objetos. El objetivo es encontrar relaciones lineales entre las variables continuas que discriminen mejor en los grupos dados a los objetos. Otro objetivo es construir una regla de decisión que asigne un objeto nuevo, que no se sabe clasificar previamente, a uno de los grupos prefijados con un cierto grado de riesgo.

Antes de utilizar el análisis discriminante se deben considerar una serie de restricciones o supuestos:

- Se tiene una sola variable categórica y el resto de las variables son de intervalo o de razón y son independientes respecto de ella.
- Deben existir al menos dos grupos, y para cada grupo se necesitan dos o más casos.
- El número de variables discriminantes debe ser menor que el número de objetos menos 2,  $x_1, x_2, \dots, x_K$ , donde  $K < (n - 2)$  y  $n$  es el número de objetos.
- Ninguna variable discriminante puede ser combinación lineal de otras variables discriminantes.
- El número máximo de funciones discriminantes es igual al mínimo entre el número de variables y el número de grupos menos 1 (con  $K$  grupos,  $(K - 1)$ )
- La matriz de covarianzas de todos los grupos es igual a  $\Sigma$ . (hipótesis de homoscedasticidad)

- Cada uno de los grupos tiene una distribución normal multivariante. las hipótesis anteriores implican que  $x_g \sim N(u_g, \Sigma)$  (2.1)
- Se supone que se ha extraído una muestra aleatoria multivariante independiente en cada uno de los G grupos.

### 2.5.1 FUNCIÓN DISCRIMINANTE DE FISHER

El problema con respecto a las variables clasificadoras, el estadístico Fisher lo resolvió analíticamente en 1936 para el caso general de p variables.

La función discriminante de Fisher D se obtiene como función lineal de K variables explicativas X, es decir,  $D = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_KX_K$  (2.2)

El problema planteado es la obtención de los coeficientes de  $u_p$ .  
ponderación Si se considera que existen n observaciones, se puede expresar la función discriminante para las n observaciones:

$$D_i = u_1X_{1i} + u_2X_{2i} + \dots + u_KX_{Ki} \quad i = 1, 2, \dots, n \quad (2.3)$$

$D_i$

Así, es la puntuación discriminante correspondiente a la observación i-  $D_i$  ésima. Expresando las variables explicativas en desviaciones respecto a la media, también lo estará. La anterior relación se puede expresar en forma matricial para el conjunto de las observaciones:

$$\begin{bmatrix} D_1 \\ D_2 \\ \dots \\ D_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{21} & \dots & X_{K1} \\ X_{12} & X_{22} & \dots & X_{K2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ X_{1n} & X_{2n} & \dots & X_{Kn} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_K \end{bmatrix} \quad (2.4)$$

O, en notación matricial más compacta:

$$d = Xu \quad (2.5)$$

La variabilidad de la función discriminante, es decir, la suma de los cuadrados de las variables discriminantes en desviaciones respecto a su media, se puede expresar de la siguiente forma:  $d'd = u'X'Xu$  (2.6)

El segundo miembro de (2.6) es una forma cuadrática de la matriz  $X'X$ . Esta matriz, al estar expresadas las variables en desviaciones respecto a la media, es la matriz de



suma de cuadrados y productos cruzados (SCPC) total de las variables X. Esta matriz se puede descomponer en la matriz de la SCPC entre grupos y la SCPC residual o intragrupos; la descomposición de  $X'X$  puede expresarse así:

$$X'X = T = F + W \quad (2.7)$$

Donde T, F y W son las matrices de SCPC total, entre-grupos e intra-grupos respectivamente. Sustituyendo (2.7) en (2.6) se obtiene:

$$d'd = u'Tu = u'Fu + u'Wu \quad (2.8)$$

Cabe observar que en la expresión anterior T, F y W se pueden calcular con los datos muestrales, mientras que los  $u_i$  coeficientes están por determinar. Para su estimación, Fisher utilizó el siguiente criterio:

**Criterio para obtención de la función discriminante de Fisher**

$$\text{Maximización de } \frac{\text{Variabilidad entre-grupos}}{\text{Variabilidad intra-grupos}} \quad (2.9)$$

Con este criterio se trata de determinar el eje discriminante de forma que las distribuciones proyectadas sobre el mismo estén lo más separadas posible entre sí (mayor variabilidad entre grupos) y, al mismo tiempo, que cada una de las distribuciones esté lo menos dispersa (menor variabilidad dentro de los grupos).

Analíticamente, el criterio de Fisher se puede expresar de la siguiente forma:

**Criterio para obtención de la función discriminante**

$$\text{Maximización de } \lambda = \frac{u'Fu}{u'Wu} \quad (2.9 \text{ bis})$$

Como puede verse, se trata de que el primer término (entre-grupos) de (2.8) sea lo mayor posible en detrimento del segundo término (intra-grupos).

La función discriminante de Fisher (2.3) suele ir acompañada del calificativo de lineal, debido a que se obtiene como combinación lineal de las variables originales.

Los coeficientes  $u_1, u_2, \dots, u_K$  (normalizados) que se obtienen en el proceso de maximización de (2.9) pueden contemplarse como un conjunto de cosenos que definen la situación del eje discriminante. Para esta interpretación, la normalización a la que se hace referencia es que la suma de sus cuadrados sea la unidad.

Las puntuaciones discriminantes son pues los valores que se obtienen al dar valores a  $X_1, X_2, \dots, X_K$  en la ecuación (2.3) y se corresponden con los valores obtenidos al proyectar cada punto del espacio K-dimensional de las variables originales sobre el eje discriminante.

Los centros de gravedad o centroides (es decir, el vector de medias) son los estadísticos básicos que resumen la información sobre los grupos. Las denominaciones que se utilizan para designar a los centroides de los grupos I y II son las siguientes:

$$\bar{X}_I = \begin{bmatrix} \bar{X}_{1,I} \\ \bar{X}_{2,I} \\ \dots \\ \bar{X}_{K,I} \end{bmatrix} \quad \bar{X}_{II} = \begin{bmatrix} \bar{X}_{1,II} \\ \bar{X}_{2,II} \\ \dots \\ \bar{X}_{K,II} \end{bmatrix} \quad (2.10)$$

Sustituyendo en (2.3)  $X_1, X_2, \dots, X_K$ , por los elementos del vector  $\bar{X}_I$  se obtiene que

$$\bar{D}_I = u_1 \bar{X}_{1,I} + u_2 \bar{X}_{2,I} + \dots + u_K \bar{X}_{K,I} \quad (2.11)$$

Procediendo de forma análoga en el grupo II, se obtiene:

$$\bar{D}_{II} = u_1 \bar{X}_{1,II} + u_2 \bar{X}_{2,II} + \dots + u_K \bar{X}_{K,II} \quad (2.12)$$

El punto de corte discriminante C se calcula  $\bar{D}_I$  y  $\bar{D}_{II}$  promediando es decir:

Punto de corte discriminante:

$$C = \frac{\bar{D}_I + \bar{D}_{II}}{2} \quad (2.13)$$

El criterio para clasificar al individuo i es el siguiente:

$$D_i < C,$$

Si, se clasifica al individuo  $i$  en el grupo I.

Si,  $D_i > C$ , se clasifica al individuo  $i$  en el grupo II.

En general, cuando se aplica el análisis discriminante se le resta el valor de  $C$  a la función. De esta forma, la función discriminante viene dada por:

$$D - C = u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_KX_K - C \quad (2.14)$$

Utilizando la ecuación anterior, se clasifica a un individuo en el grupo I si  $D_i - C < 0$ , y en el grupo II, en otro caso.

Si se iguala a 0 el segundo miembro de (2.14), en el caso de 2 variables, se obtiene la ecuación de la recta:

$$u_1X_1 + u_2X_2 - C = 0 \quad (2.15)$$

Que delimita en el plano  $(X_1, X_2)$  a los grupos I y II.

Existe una forma alternativa a la utilización de (2.14), que consiste en construir funciones discriminantes para cada grupo, basadas también en el criterio (2.9).

Estas funciones, denominadas  $F_I$  Y  $F_{II}$  tienen la siguiente estructura:

$$\begin{aligned} F_I &= a_{I,1}X_1 + a_{I,2}X_2 + \dots + a_{I,K}X_K - C_I \\ F_{II} &= a_{II,1}X_1 + a_{II,2}X_2 + \dots + a_{II,K}X_K - C_{II} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Cuando se utilizan estas funciones, se clasifica a un individuo en el grupo para el que la función  $F_j$  sea mayor. Este tipo de funciones clasificadoras tiene la ventaja de que se generalizan fácilmente al caso de que existan más de 2 grupos. A partir de los coeficientes de las funciones (2.16) se pueden obtener los coeficientes de la función (2.14) a través de la siguiente equivalencia:

$$\begin{aligned} F_{II} - F_I &= (a_{II,1} - a_{I,1})X_1 + (a_{II,2} - a_{I,2})X_2 + \dots + (a_{II,K} - a_{I,K})X_K - (C_{II} - C_I) = \\ &= u_1X_1 + u_2X_2 + \dots + u_KX_K - D = D - C \end{aligned} \quad (2.17)$$

## 2.5.2 MODELO Z DE ALTMAN

El “Z Score” o “Modelo Z” de Altman es un modelo creado por Edward Altman en 1966, el cual se basó en el análisis estadístico iterativo de discriminación múltiple.

Este modelo consta de cinco razones financieras, las cuales se ponderan y se suman (variables independientes) y de una variable discriminante (variable dependiente), la cual clasifica a las diferentes empresas entre solventes e insolventes.

El desarrollo del modelo de Altman contó con una muestra de 66 empresas, divididas en 33 empresas que habían quebrado en los últimos 20 años y 33 empresas que seguían operando a la fecha de su estudio; procedió a calcular 22 razones financieras para cada una de las empresas, las cuales clasificó en 5 categorías estándar: liquidez, rentabilidad, apalancamiento, solvencia y actividad.

Luego de muchos intentos por encontrar un modelo sólido, seleccionó 5 variables, las cuales en conjunto arrojaron el mejor resultado en cuanto a la predicción de la insolvencia, en este sentido, la función discriminante está como sigue:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.99X_5^{43} \quad (2.18)$$

Donde:

- $X_1 = \frac{\text{Capital de trabajo}}{\text{Activo total}}$
- $X_2 = \frac{\text{Utilidades retenidas}}{\text{Activo total}}$
- $X_3 = \frac{\text{Utilidades antes de intereses e impuestos}}{\text{Activo total}}$
- $X_4 = \frac{\text{Valor de mercado del capital}}{\text{Pasivo total}}$
- $X_5 = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo total}}$

Estableciendo así 3 zonas diferentes en donde las puntuaciones discriminantes podrían encontrarse:

- $Z \geq 2.99$  “Safe” zones<sup>44</sup>
- $1.81 < Z < 2.99$  “Grey” zones<sup>45</sup>
- $Z < 1.81$  “Distress” zones<sup>46</sup>

(Altman, PREDICTING FINANCIAL DISTRESS OF COMPANIES: REVISITING THE Z-SCORE AND, 2000)

## CONCLUSIONES

- La Industria Manufacturera contribuye significativamente en la generación del PIB ecuatoriano, a través de las empresas existentes, la formación de nuevas empresas y las fusiones empresariales, generando dinamismo en la economía ecuatoriana.
- La Industria Manufacturera se encuentra conformada principalmente por pequeñas y microempresas; sin embargo, estos segmentos de empresas son las que también presentan mayor porcentaje de empresas en condición de “disuelta y/o liquidada”, por lo cual es importante su control para reducir el número de empresas que lleguen a tener esta condición.
- La dependencia que tiene el sector “Industrias Manufactureras” de sus acreedores es manejable, como sector (a nivel agregado) está comprometido en alrededor del 55% con sus acreedores.
- La Industria Manufacturera no cuenta con una autonomía sobre terceros, debido a que su indicador de endeudamiento patrimonial oscila alrededor de 2, lo que quiere decir que su patrimonio no es suficiente para responder por sus obligaciones.
- La gestión de la Industria Manufacturera es buena, considerando que la rotación de sus activos y ventas siempre oscilan en valores relativamente adecuados para mantener
- A través del tiempo medir la solvencia de las empresas ha sido importante y ha permitido la utilización de diferentes técnicas matemáticas para este cometido; sin embargo, estas herramientas pueden ser consideradas en diferentes investigaciones, de acuerdo a las condiciones y realidades propias del entorno; en este sentido, la utilización de alguna de las diferentes técnicas dependerá del cumplimiento de restricciones, de la información disponible, del software y/o de la metodología, sin dejar de lado los resultados que se deseen obtener.

- La solvencia de las grandes empresas de la Industria Manufacturera se encuentra definida principalmente por el nivel de apalancamiento que puedan generar y por su liquidez.
- La solvencia de las medianas empresas de la Industria Manufacturera se encuentra definida principalmente por su nivel de liquidez y por la rentabilidad que estas generan a través de sus activos, dejando de lado la rentabilidad financiera, la cual en este segmento empresarial no es trascendente.
- La solvencia de las pequeñas empresas de la Industria Manufacturera se encuentra definida principalmente por su capacidad de gestión y la rentabilidad que se pueda alcanzar a través del financiamiento de sus actividades; es decir, la capacidad de deuda externa que pueda gestionar para su desenvolvimiento debido a su propia naturaleza de pequeña.
- La solvencia de las empresas de la Industria Manufacturera no puede explicarse de forma general para todo tipo de empresas, las cualidades propias (como el nicho de mercado) que tienen las empresas grandes, medianas y pequeñas son las que definen de forma diferente la capacidad de solvencia de una empresa de uno u otro segmento.
- La elaboración de indicadores de quiebra para el sector “Industrias Manufactureras” permite analizar la capacidad de solvencia empresarial de las compañías de este sector, convirtiéndose en un instrumento para prevenir insolvencias.
- El determinar indicadores de productividad para el sector “Industrias Manufactureras” permite diagnosticar la situación productiva de las compañías del sector para la toma de decisiones empresariales, y así desarrollar técnicas productivas que impulsen el desarrollo del sector.
- La mitigación de quiebras empresariales permite ser más productivo al sector “Industrias Manufactureras”, pues la estabilidad de la solvencia es un factor clave para el sostenimiento de la productividad empresarial

## Bibliografía

(s.f.). Obtenido de [http://www.infosigma.com/diagnostico\\_financiero.htm](http://www.infosigma.com/diagnostico_financiero.htm).

Altman, E. I. (1968). *FINANCIAL RATIOS, DISCRIMINANT ANALYSIS AND THE PREDICTION OF CORPORATE BANKRUPTCY*. Editorial Announcements.

Altman. (1968). *FINANCIAL RATIOS, DISCRIMINANT ANALYSIS AND THE PREDICTION OF CORPORATE BANKRUPTCY*.

Altman. (2000). *PREDICTING FINANCIAL DISTRESS OF COMPANIES:REVISITING THE Z-SCORE AND*.

Altman., E. I. (2000). *PREDICTING FINANCIAL DISTRESS OF COMPANIES:REVISITING THE Z-SCORE AND*.

Arroyo. (2009).

Beaver. (1968). *Has the Information Content of Annual Earnings Announcements Declined in the Past Three Decades?*

blum. (1974). *salud ocupacional*.

Deakin, E. B. (1972). "A Discriminant Analysis of Business Failure,".

Ecuador, S. I. (s.f.). [www.supercias.gob.ec](http://www.supercias.gob.ec).

Estudiantil, E. (1999). G.F. Printing. Madrid España.

Fisher. (1925). *STATISTICAL METHODS FOR RESEARCH WORKERS*.

Golinsky. (1998).

Golinsky. (1998).

Marti. (1977).

Marti, P. (2 de abril de 2008). <http://webs.ono.com/martipascual>. Obtenido de <http://www.derechoecuador.com>.Revista Judicial.

Merton. (1974).

Mongrut. (2011).

Ohlson. (1980).

Ohlson. (1980).

Platt, P. y. (1991).

Romani. (2002).

Sanchís. (2003). *El análisis discriminante en la previsión de la insolvencia en la empresas de seguros de.*

SRI. (2008). *Reporte Anual de Gestion.*

Winakor, A. a. (1935). *Changes in the Financial Structure of Unsuccessful Industrial Corporations, Bureau of Business Research, Urbana, Illinois. . Illinois: Bulletin No. 51, University of Illinois,.*

[www.asesorescorporativos.net](http://www.asesorescorporativos.net). (s.f.).