

DetECCIÓN DE INSOLVENCIA FINANCIERA MEDIANTE EL MODELO Z-ALTMAN EN EMPRESAS COLOMBIANAS NO COTIZANTES DURANTE EL PERIODO 2016-2019

Daniel Isaac Roque, Andrés Caicedo Carrero

Universidad ECCL, Colombia
Corporación Universitaria Iberoamericana, Colombia

Predecir la quiebra de una empresa ha dado lugar a varias investigaciones. Se ha planteado el uso de las razones financieras como indicador para medir la estabilidad de una unidad de negocio. Altman desarrolló un modelo de puntuación Z, el cual utilizó la información financiera de las organizaciones para predecir la probabilidad de quiebra empresarial con dos o tres años de anticipación. El siguiente trabajo propone la aplicación de dicho modelo en empresas colombianas para medir la probabilidad de insolvencia financiera entre los años 2016 y 2019. Para cumplir el objetivo, se efectuó la investigación desde un enfoque cuantitativo. Los resultados de las mediciones muestran que el modelo puede ser aplicado como herramienta financiera predictiva para medir la probabilidad de insolvencia financiera de las empresas en Colombia. Se puede concluir que el modelo Z de Altman se puede aplicar a estructuras empresariales colombianas para predecir situaciones de emergencia financiera con uno, dos y tres años de antelación.

Palabras clave: insolvencia, quiebra, solidez financiera



<https://doi.org/10.18800/contabilidad.202201.007>

Contabilidad y Negocios (17) 33, 2022, pp. 167-192 / e-ISSN 2221-724X

Detection of financial insolvency using the Z-Altman model in unlisted Colombian firms during the period 2016-2019

Predicting the bankruptcy of a company has led to several investigations. The use of financial ratios has been proposed as an indicator to measure the stability of a business unit. Altman developed a Z-Score model, which used organization's financial information to predict the probability of business failure 2-3 years in advance. The following work proposes the application of this model in Colombian companies to measure the probability of financial insolvency between the years 2016 and 2019. In order to fulfill the objective, the research was carried out under a quantitative approach. The results of the measurements show that the model can be applied as a predictive financial tool to measure the probability of financial insolvency of companies in Colombia. It can be concluded that Altman's Z model can be applied to Colombian business structures to predict financial emergency situations one, two and three years in advance.

Keywords: insolvency, bankruptcy, financial strength

Detecção de insolvência financeira utilizando o modelo Z-Altman em empresas colombianas não cotadas durante o período 2016-2019

A previsão da falência de uma empresa levou a várias investigações. A utilização de râtios financeiros tem sido considerada como um indicador para medir a estabilidade de uma unidade empresarial. A Altman desenvolveu um modelo Z-Score, que utilizou a informação financeira das organizações para prever a probabilidade de fracasso empresarial com 2-3 anos de antecedência. O documento seguinte propõe a aplicação deste modelo nas empresas colombianas para medir a probabilidade de insolvência financeira entre 2016 e 2019. A fim de cumprir o objectivo, a investigação foi levada a cabo sob uma abordagem quantitativa. Os resultados das medições mostram que o modelo pode ser aplicado como um instrumento financeiro preditivo para medir a probabilidade de insolvência financeira de empresas na Colômbia. Pode-se concluir que o modelo Z da Altman pode ser aplicado às estruturas empresariais colombianas para prever situações de emergência financeira com um, dois e três anos de antecedência.

Palavras-chave: insolvência, falência, solidez financeira

1. INTRODUCCIÓN

Las dificultades financieras en las empresas provocan preocupaciones en varias partes. Por un lado, está el sector interno: directivos y empleados; por otro lado, se encuentran las partes externas: clientes, proveedores, instituciones financieras y la sociedad en general (Yuliastary & Wirakusuma, 2014; Muñoz et al., 2019). Por tal razón, es necesario analizar la probabilidad de quiebra en los negocios. Esto permitirá perfeccionar el proceso de toma de decisiones financieras. Las causas que provocan la insolvencia financiera se pueden clasificar en dos grupos: económicas y financieras.

La causal económica está representada por razones exógenas, que implican que la empresa vea disminuida la demanda de sus bienes o servicios, y/o enfrente problemas para cumplir con las obligaciones ante terceros. Por su parte, la causal financiera se debe a que la empresa no pueda cumplir con sus obligaciones debido a su inadecuada estructura de financiamiento (Mongrut et al., 2011). Es importante precisar que ambas causas no son excluyentes: las unidades de negocios pueden enfrentar problemas exógenos e internos al mismo tiempo, lo cual provocaría una alta probabilidad de insolvencia financiera. Con el objetivo de gestionar y minimizar la probabilidad de insolvencia, las empresas pueden supervisar su condición financiera a partir de la información contable que reportan. Para ello, pueden utilizar técnicas de análisis de estados financieros (Rahayu et al., 2016).

El uso de las variables contables es útil para evaluar las dificultades financieras. El análisis de los estados financieros de la organización permite identificar la situación actual e, incluso, predecir su desarrollo en el futuro. El objetivo es que la alta gerencia pueda tomar decisiones correctas a través de datos financieros confiables (Freire et al., 2016). La estrecha relación que existe entre los indicadores económicos y financieros justifica considerar el estudio del pronóstico de una insolvencia financiera (Caro et al., 2018, p. 3). Este enfoque se fundamenta en el uso de variables de la contabilidad para detectar la quiebra (Sun et al., 2014).

Sobre la base de lo anterior, se puede afirmar que el desempeño financiero (exitoso o fallido) de las empresas puede ser determinado con la ayuda de ratios financieros (Bağcı, 2015). Existen diversas formas para definir la insolvencia en las empresas (Muñoz et al., 2019). Sin embargo, todas ellas coinciden en que es un estado negativo en el que ninguna empresa quisiera encontrarse. Para que una empresa se declare en insolvencia debe acudir a las leyes de los países en los que operan. En el caso de Colombia, es La ley 1116 de 2006. Es decir, desde el punto de vista financiero,

una empresa puede ser inviable; sin embargo, será la alta gerencia quien decida el momento en que lo deba admitir.

Entre las herramientas de predicción más populares para medir la probabilidad de insolvencia financiera se encuentra el modelo Altman Z-Score, que es ampliamente adoptado en la literatura (Altman et al., 2017; Du Jardín, 2015). Este método se ha generalizado debido a su dependencia de los datos contables y su facilidad de implementación (Apan, et al., 2018). La base del modelo es la información representada en indicadores financieros (liquidez, actividad, estructura de capital o índices de rentabilidad) que busca predecir las dificultades financieras de una empresa (Apan et al., 2018).

Las primeras mediciones sobre la probabilidad de insolvencia empresarial datan de la década de 1960, cuando Altman (1968) desarrolla la primera versión de su modelo. Este autor es el pionero en la implementación de modelos multivariados para la predicción de una quiebra empresarial. Poder predecir (o anticipar) los problemas de insolvencia de una empresa pareciera que fuese una cuestión única y exclusiva de los bancos. Sin embargo, para los inversionistas institucionales, administradores de fondos de inversión y agencias de calificación también es un tema de interés (Altman et al., 2017).

El modelo ha ido evolucionando a medida que el profesor Altman fue profundizando la investigación. El primer modelo fue pensado para empresas que tenían que cumplir con dos condiciones: la primera de ellas era que cotizara en bolsa; y la segunda, que fuesen del sector de manufactura. Al depurar la información, Altman agrupó veintidós indicadores, de los cuales eligió cinco razones financieras (Altman et al., 2017). Las variables elegidas se clasificaron en cinco categorías: liquidez, rentabilidad, apalancamiento, solvencia y actividad. Dentro de los criterios de elección, estuvo la popularidad de los indicadores en la literatura y su potencial relevancia para el estudio a realizar (Altman et al., 2013). La puntuación (Z-Score) es una función discriminante de las cinco variables ponderadas por coeficientes. La primera versión del modelo que se conoció se presenta en la siguiente figura.

Figura 1. Ecuación del modelo Z-Score para empresas públicas¹

$$Z = 1.2 * (X_1) + 1.4 * (X_2) + 3.3 * (X_3) + 0.6 * (X_4) + 0.999 * (X_5)$$

Nota. Tomado de «Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy», de E. I. Altman, 1968, *Journal of Finance*, 23(4), p. 594.

Los cinco indicadores contables de las versiones del modelo Altman Z-Score se describen a continuación.

Figura 2. Ecuación del ratio de liquidez

$$X_1 = \frac{(\text{Activo Circulante} - \text{Pasivo Circulante})}{(\text{Activos Totales})}$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 135.

Esta razón permite medir el activo corriente neto comparado al activo total de la empresa. Con frecuencia, en los estudios de los problemas corporativos, el común denominador de las empresas con adversidades financieras consiste en disminuir su activo circulante como consecuencia de sus pérdidas recurrentes (Hernández, 2014, p. 10).

Figura 3. Ecuación del ratio de rentabilidad acumulada

$$X_2 = \frac{\text{Utilidades retenidas}}{\text{Activos Totales}}$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 135.

La medida de utilidades acumuladas permite medir el apalancamiento de las unidades de negocios. La alta relación entre las utilidades retenidas y los activos totales significa que la adquisición de activos se ha financiado mediante la retención de utilidades. Esto es positivo, dado que la empresa no ha requerido aumentar su nivel de deuda (Hernández, 2014, p. 10).

Figura 4. Ecuación del ratio de rentabilidad

$$X_3 = \frac{\text{Utilidades antes de intereses e impuestos}}{\text{Activos Totales}}$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 135.

La utilidad operacional en relación con los activos totales representa una medida de la productividad de las empresas. Esta se justifica en forma general en el poder de generación de utilidades a partir de sus activos (Hernández, 2014, p. 10).

Figura 5. Ecuación del ratio de estructura financiera

$$X_4 = \frac{\text{Valor de mercado del patrimonio}}{\text{Pasivo Total}}$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 135.

La razón muestra qué tanto peso tiene el valor del patrimonio (valorado a precios de mercado) con respecto al pasivo (de corto y largo plazo). Además, permite establecer cuánto puede declinar el valor de una empresa antes de que los pasivos excedan a los activos y ella se convierta en insolvente (Hernández, 2014, p. 11).

Figura 6. Ecuación de la tasa de rotación del capital

$$X_5 = \frac{\text{Ventas}}{\text{Activo Total}}$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 135.

Esta razón permite determinar la capacidad que tiene la empresa para generar ventas a partir de sus activos. Por esta razón, se considera como una medida adecuada de gestión de la administración para lidiar con las condiciones competitivas del mercado (Hernández, 2014, p. 11).

La aplicación del modelo fue altamente precisa, ya que el porcentaje de predicciones correctas fue aproximadamente del 95%. Esto le mereció varias reacciones positivas y algunas críticas (Altman, 1970). La facilidad de uso del modelo, que no necesita de conocimientos profundos en estadística, permite que en treinta minutos se pueda evaluar el estado de una empresa (Altman & La Fleur, 1985, p. 79). Una vez validado el modelo, se crea una versión para empresas que no cotizarán en un mercado de valores, con el fin de ampliar el grupo de firmas a las que se les pudiera hacer la prueba de insolvencia (Altman, 1983). En esta versión, se realiza el ajuste de la variable, reemplazando el valor del mercado del patrimonio por la cifra del patrimonio según los estados financieros. La versión de este nuevo modelo queda de la forma que se muestra a continuación.

Figura 7. Ecuación del modelo Z-Score para empresas privadas²

$$Z' = 0.717 * (X_1) + 0.847 * (X_2) + 3.107 * (X_3) + 0.420 * (X_4) + 0.998 * (X_5)$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 136.

Sin embargo, la segunda versión heredaba una restricción del primer modelo, dado que solo se podía aplicar a empresas del sector industrial. Durante los siguientes años, se adaptaron parámetros y coeficientes para diferentes situaciones. El puntaje Z» (Altman et al., 1995; Altman & Hotchkiss, 2006, p. 314) fue introducido para empresas no manufactureras y manufactureras que operan en países en desarrollo. En la tercera versión del modelo se suprimió la variable X_5 y se adicionó la constante 3.25. Entonces, quedó de la siguiente forma.

Figura 8. Ecuación del modelo Z-Score para mercados emergentes

$$Z'' = 3.25 + 6.56 * (X_1) + 3.26 * (X_2) + 6.72 * (X_3) + 1.05 * (X_4)$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 136.

Los puntajes Z del modelo se analizan a partir de los puntos de corte definidos por Altman (1968, 2013) para identificar la probabilidad de insolvencia financiera. Los rangos estimados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Límites o puntos de corte de los puntajes Z de Altman

Empresas	Predicción		
	Zona de quiebra	Zona de ignorancia	Zona segura
De capital abierto (manufactureras)	<1,81	Entre 1,81 a 2,99	>2,99
De capital cerrado (manufactureras)	<1,23	Entre 1,23 a 2,90	>2,90
De capital cerrado (genérica)	<1,10	Entre 1,10 a 2,60	>2,60

Nota. Adaptado de «Business bankruptcy prediction models: A significant study of the Altman's Z-Score model», de A. Anjum, 2012, *Journal of Management Research*, 3(1), pp. 215-216.

A continuación, se presenta la interpretación de los puntos descritos en la tabla 1:

1. Zona de quiebra: las unidades de negocio que tengan un puntaje menor a lo esperado en esta zona tienen alta probabilidad de insolvencia financiera.

2. Zona de ignorancia: las unidades de negocio que se encuentren en este rango deben fortalecer el control financiero.
3. Zona segura: las unidades de negocio que se encuentren en esta zona tienen solidez financiera. Por lo tanto, son menos riesgosas.

El modelo de puntuación Z-Score es viable para medir las dificultades financieras. De este modo, permite realizar comprobaciones de la solidez en las compañías e indica su aceptabilidad como una medida razonable, simple y consistente de la probabilidad de insolvencia que pueden afrontar las unidades de negocio (Altman et al., 2017). Si bien el Altman Z-Score sigue siendo un referente para predecir la posible quiebra empresarial, este modelo enfrentó críticas sobre la falta de reconocimiento de factores importantes y difíciles de cuantificar, es decir, factores macroeconómicos (Takang & Ntui, 2008); y sobre la técnica estadística aplicada y sus hipótesis en relación con las variables (Mora & González Bravo, 2009). Puntualmente, se reconoce lo siguiente sobre la técnica estadística:

El enfoque discriminante se manifiesta muy sensible a la situación de las empresas introducidas en la formulación del modelo lo que permitiría explicar la disparidad en los resultados en cuanto a su aplicación a países, sectores, períodos de tiempos diferentes (Mora & González Bravo, 2009, p. 7).

A pesar de las críticas efectuadas al modelo Altman Z-Score, este ha tenido un gran número de aplicaciones empíricas en varios países (Altman et al., 2017). Así, se ha demostrado su precisión durante las últimas décadas, además de ser una herramienta establecida para evaluar la salud de las empresas (Almamy et al., 2016). Los resultados de las pruebas que se han realizado arrojaron que el modelo de Altman es un buen indicador para medir el desempeño financiero de las empresas (Sudiyatno & Puspitasari, 2010; Vera, 2017). También se ha convertido en el prototipo para muchos de los modelos de riesgo crediticio y de incumplimiento (Kacer et al., 2019).

El modelo Altman Z-Score ha sido objeto de una amplia gama de investigaciones, en las que se han desarrollado disímiles implementaciones y adaptaciones en diversas economías y con diferentes intenciones. El modelo de puntaje Z ha demostrado una resistencia impresionante a lo largo de los años. A pesar del crecimiento masivo en el tamaño y la complejidad de los mercados de deuda globales y los balances corporativos, no solo ha exhibido longevidad como un predictor preciso de problemas corporativos, sino también ha demostrado que se puede modificar con éxito para una serie de aplicaciones más allá de su enfoque original (Altman, 2018, p. 34). El modelo Altman ha demostrado ser una herramienta efectiva para el análisis, previsión y

predicción de la probabilidad de quiebra empresarial tanto en el contexto internacional como nacional.

En el caso colombiano, las investigaciones realizadas por Hernández (2014), Altman et al. (2017), Ortiz et al. (2018), Restrepo y Vergara (2019), Ibáñez (2020), Parrado (2020), Romero et al. (2020), e Isaac et al. (2021) corroboran la fortaleza del modelo de puntaje Z como un método eficiente para predecir la insolvencia financiera en empresas tanto de capital abierto (que cotizan en bolsa) como de capital cerrado, así como en pequeñas, medianas o grandes empresas (manufactureras o no) situadas en mercados emergentes, como es el caso de Colombia. En este sentido, el objetivo del presente artículo se centra en estimar la probabilidad de quiebra de un grupo de empresas colombianas, de diferentes tamaños e industrias, a través de la aplicación de la tercera versión del modelo Altman Z-Score (Z"). Además, se considera la condición emergente de la economía colombiana. Si bien no se llega a un contraste de predictibilidad del modelo, se busca establecer qué tan riesgoso puede ser el funcionamiento de las empresas en el contexto colombiano.

2. METODOLOGÍA

El proceso de investigación se desarrolló desde un enfoque cuantitativo. Para la investigación, se propone la aplicación del modelo Altman Z-Score () para las empresas no cotizantes en bolsa de valores. Para identificar la muestra objeto de estudio, se considera como criterio de selección las empresas que reportaron de forma regular información financiera en el Sistema Integrado de Información Societaria de la Superintendencia de Sociedades de Colombia durante el periodo 2016-2019. El criterio de selección de la ventana de observación se escoge bajo los supuestos planteados por Altman (1968, 1983), que reconocen que el valor predictor del modelo Altman se encuentra entre los dos a cuatro años de anticipación a su aplicación.

La clasificación de las empresas se efectuó a partir de lo establecido en la Ley 590 de 2000, modificada por la Ley 905 de 2004, en la que se establece que el tamaño de los activos se mide a partir del número de salario mínimo mensual legal vigente (en adelante, SMMLV) establecido para el año en curso. La estratificación se efectuó tomando como referencia el SMMLV para el año 2019 con un valor de COP 828 116 pesos colombianos. Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 2.

Tabla 2. Clasificación de empresas

Tipo	Tamaño	Activos ^a
Grande	Superior a 30 000	24 843
Mediana	Superior a 5000 y hasta 30 000 (SMMLV)	24 843
Pequeña	Superior a 500 y hasta 5000 (SMMLV)	4141
Microempresa	Hasta 500 (SMMLV)	414,1

^a Los valores se muestran en millones de COP.

El análisis desarrollado permitió identificar 12 155 empresas como objeto de estudio. Con el propósito de cumplir con la protección de datos personales estipulada por la Ley 1581 de 2012, se efectúa la codificación alfanumérica de todas las unidades de negocio. El sistema de codificación utilizado se basó en sustituir el número de identificación tributaria (NIT) por los siguientes códigos:

- Microempresa: $Mc_1, Mc_2, Mc_3, Mc_n \dots$
- Empresa pequeña: $P_1, P_2, P_3, P_n \dots$
- Empresa mediana: $M_1, M_2, M_3, M_n \dots$
- Empresa grande: $G_1, G_2, G_3, G_n \dots$

Después de haber codificado todas las estructuras empresariales, se realiza un muestreo aleatorio simple con el objetivo de identificar la muestra representativa de análisis, aplicando la siguiente forma de cálculo.

Figura 9. Ecuación de muestreo aleatorio simple

$$n = \frac{K^2 * p * q * N}{e^2 * (N - 1) + K^2 * p * q}$$

Nota. Tomado de *Probabilidad y estadística*, de A. Zylberberg, 2016, Nueva Librería, p. 97.

^aN = Tamaño de la población

^bK = Nivel de confianza

^cp = Probabilidad de éxito o proporción esperada

^dq = Probabilidad de fracaso

^ee = Precisión (Error máximo permisible en términos de proporción)

La aplicación del muestreo aleatorio simple con un nivel de confianza (K) del 95% arrojó como muestra representativa para el análisis un total de 1022. En la tabla 3 se muestra la distribución de las unidades de negocios escogidas para la aplicación del modelo Z- Altman.

Tabla 3. Distribución empresas a analizar

Código	Tipo de empresa	Población	Muestra representativa	Peso relativo de la muestra
Gn	Grande	4711	355	34,7%
Mn	Mediana	6577	363	35,5%
Pn	Pequeña	820	262	25,7%
McN	Micro	47	42	4,1%

Tras identificar la muestra de análisis, se procede a la aplicación del modelo Altman Z-Score (ver figura 9). Se realiza una variación en el tercer modelo, la cual consiste en eliminar la constante 3,25; asimismo, se ajusta el valor de calificación para el Z" (Costa, 2019, p. 17).

Figura 10. Ecuación del modelo Altman Z-Score

$$Z'' = 6,56 * (X_1) + 3,26 * (X_2) + 6,72 * (X_3) + 1,05 * (X_4)$$

Nota. Tomado de «Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model», de E. I. Altman, M. Iwanicz-Drozdowska, E.K. Laitinen y A. Suvas, 2017, *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, p. 136.

Además de aplicar el modelo definido en la figura 10, se tratará de establecer, a través de matrices de correlación, qué variables que lo componen tienen una asociación lineal positiva fuerte con el resultado del modelo. Lo anterior permitirá concluir qué aspecto tiene una mayor incidencia en la obtención de un puntaje Z alto, que a, su vez, se traduce en una probabilidad de quiebra baja, como se presenta en la tabla 1. De acuerdo con lo anterior, se define la siguiente matriz.

Figura 11. Ecuación de matriz de correlación variables modelo Altman Z-Score³

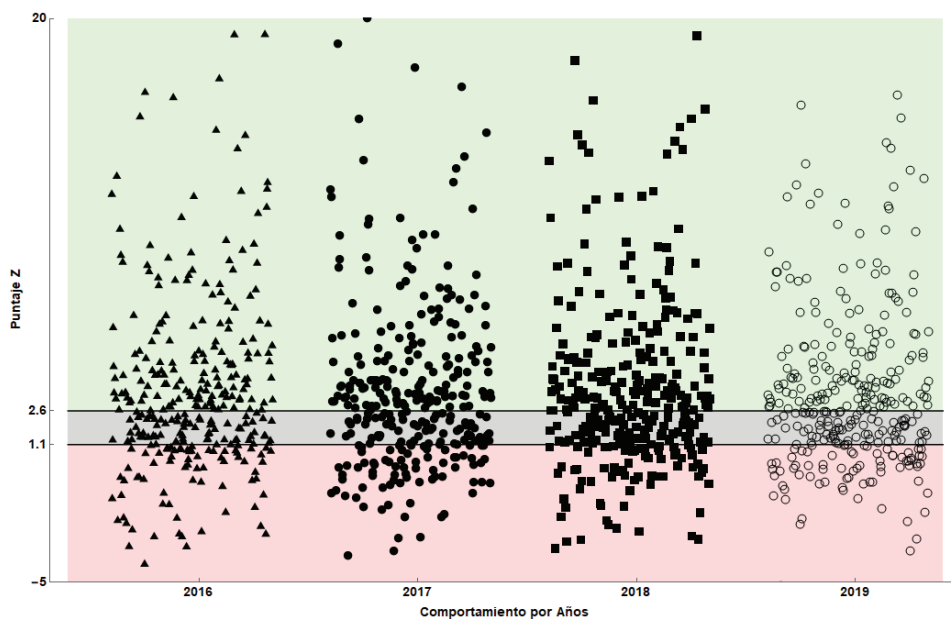
$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & a_{14} & a_{15} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & a_{24} & a_{25} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & a_{34} & a_{35} \\ a_{41} & a_{42} & a_{43} & a_{44} & a_{45} \\ a_{51} & a_{52} & a_{53} & a_{54} & a_{55} \end{bmatrix}$$

$$^a a_1 = 6,56 * (X_1); a_2 = 3,26 * (X_2); a_3 = 6,72 * (X_3); a_4 = 1,05 * (X_4); a_5 = Z''$$

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

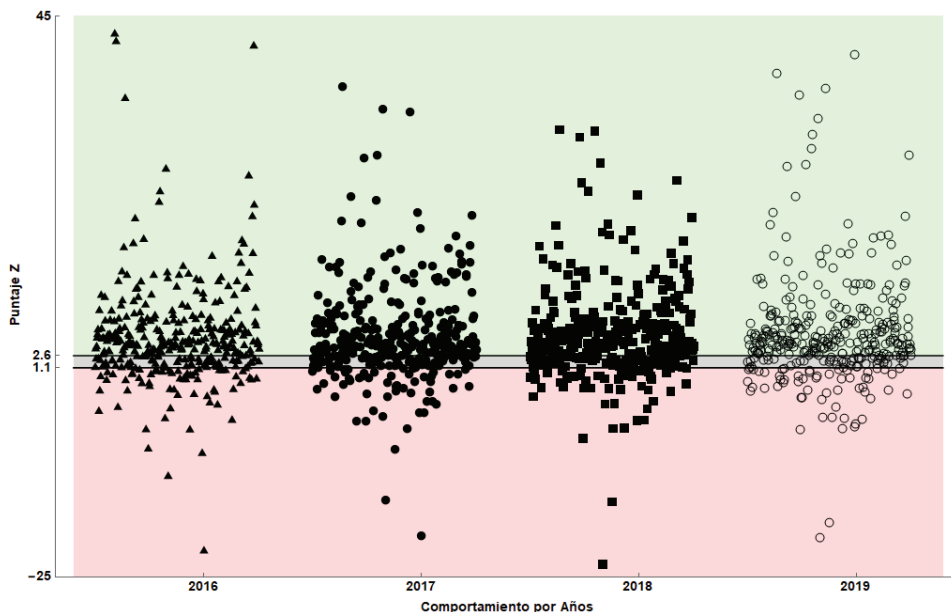
Los datos fueron recolectados y sistematizados en Microsoft Office Excel. Se calculó el modelo Altman Z-Score () para 1.022 empresas en Colombia. Las mediciones y comportamiento del puntaje Z para las 355 empresas grandes se muestran en la figura 12.

Figura 12. Puntaje Z para grandes empresas



El comportamiento del puntaje Z arrojó para el año 2016 que el 55 % de organizaciones se encontraban con baja probabilidad de quiebra empresarial. En 2017 el porcentaje de empresas con baja probabilidad de quiebra llegó a ser el 59% de la muestra. Para los años 2018 y 2019, las empresas saludables disminuyeron al 57% y 55%, respectivamente. Sobre el comportamiento de las empresas en la zona gris, para el año 2016, el 20,3% de las empresas se encontraba en zona neutral. En el año 2017 el indicador utilizado disminuyó al 19%; sin embargo, en los años posteriores (2018 y 2019), el puntaje Z evidenció un alza en las empresas en zona gris, con 21% y 22% respectivamente, lo que generó llamadas de alerta. El puntaje Z para las empresas que se encontraban con alta probabilidad de insolvencia arrojó que, para el año 2016, el 25% se encontraba en zona roja. Para el año 2017 el puntaje disminuyó al 22%, y el mismo comportamiento se mantuvo en los años 2018 y 2019. A partir del comportamiento del modelo Altman Z-Score para las grandes empresas, se procede a analizar a las empresas medianas. Los resultados obtenidos se muestran en la figura 13.

Figura 13. Puntaje Z para medianas empresas



Los resultados obtenidos sobre las 363 empresas medianas analizadas muestran que, para el año 2016, el 67% de las empresas se encontraban en zona saludable. Para los años posteriores, el número de empresas con baja probabilidad de quiebra aumenta gradualmente al 68% (2017), 69% (2018) y 70% (2019). El porcentaje de empresas que se encontraban en la zona gris fue del 15% para 2016. En 2017 aumentó al 18%, y para los siguientes años la proporción bajó al 17% (2018) y 13% (2019). La porción de empresas que tienen alta probabilidad de insolvencia para el año 2016 fue del 18%; en 2017 fue del 15%; en 2018 llega al 14% y en el año 2019 aumentó al 16%. Una vez analizados los resultados del modelo Altman Z-Score para las medianas empresas, se procede con el análisis de los resultados de las pequeñas empresas. Los resultados se muestran en la figura 14.

En el año 2016, el 68% de las empresas pequeñas se encontraban en zona de solidez financiera. Para los años 2017 y 2018, las empresas saludables aumentaron al 70% y 71% respectivamente, mientras que en el año 2019 disminuyeron al 70%. El porcentaje de empresas de este grupo que presentan una probabilidad media de quiebra en el 2016 fue de 15%. En el año 2017 pasaron a 14%, y en los años 2018 y 2019 el porcentaje se mantuvo en el 13%. Se observa que el porcentaje de pequeñas empresas con alta probabilidad de quiebra fue de 17% para los años 2016, 2017 y 2018; es decir, se mantuvo constante. En 2019 disminuyó al 16%. A partir del comportamiento del modelo Altman

Z-Score para las pequeñas empresas, se realiza el análisis para las microempresas, los resultados obtenidos se muestran en la figura 15.

Figura 14. Puntaje Z para pequeñas empresas

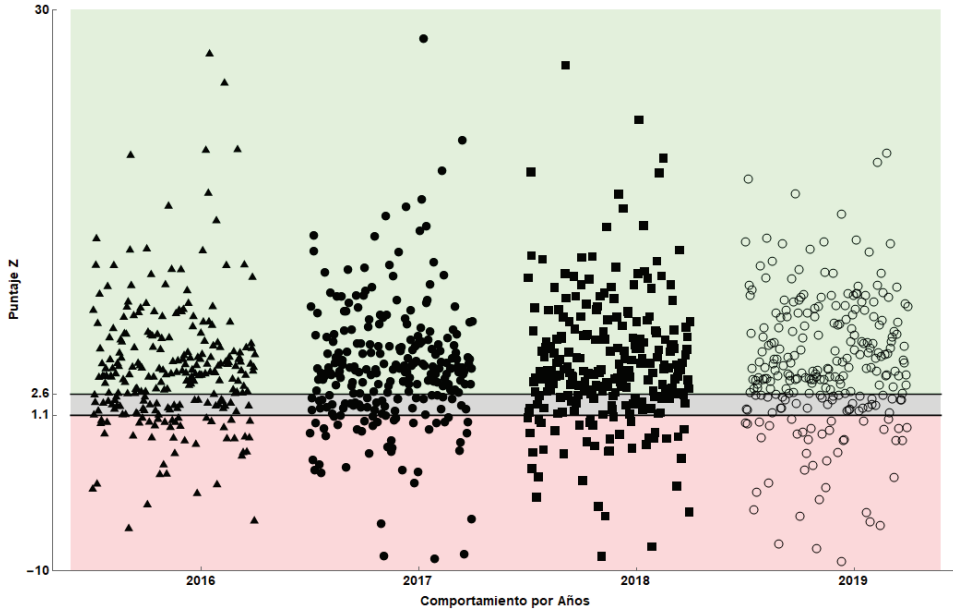
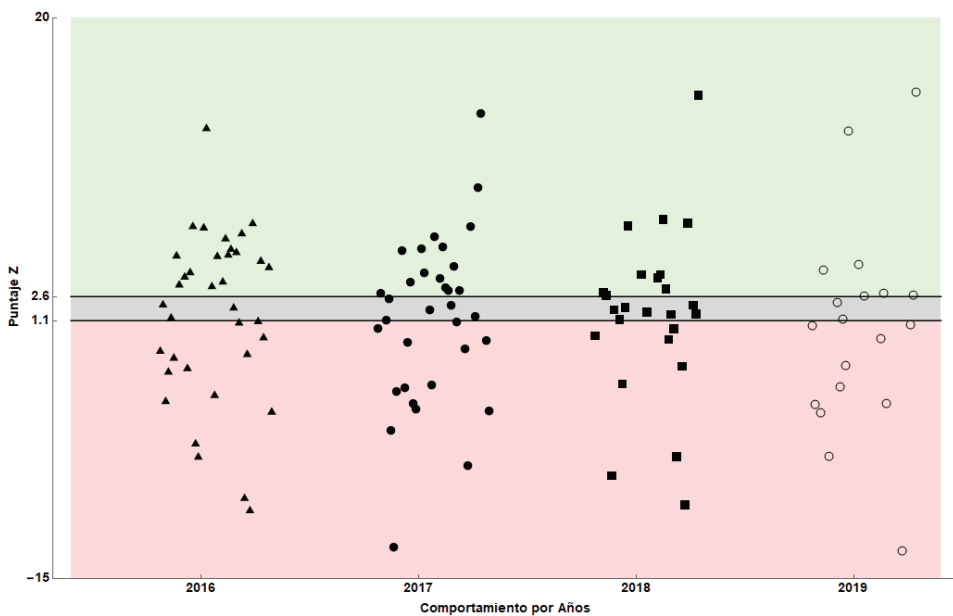


Figura 15. Puntaje Z para microempresas



El puntaje Z de Altman arrojó que, para el año 2016, el 45% de las unidades de negocios se encontraban con baja probabilidad de insolvencia financiera. Luego, hubo una disminución al 38% y 29% para los años 2017 y 2018, respectivamente. En el año 2019 las microempresas que contaban con una solidez financiera aumentaron al 35%. Los resultados para las estructuras empresariales que se encontraban en la zona neutral evidenció que para el año 2016 el 7% se situaban en esa zona. En los años 2017 y 2018, el puntaje Z mostró un aumento en la proporción de microempresas con probabilidad media de quiebra, que pasaron al 10% y 17% respectivamente; mientras tanto, en el año 2019 el 6% de las microempresas se mantuvieron en zona gris. Para el caso de las microempresas que presentan un alto grado de probabilidad de insolvencia financiera, los resultados muestran que, para el año 2016, el 47,6% se encontraban en zona roja. En los siguientes años de medición (2017-2018-2019), el puntaje Z mostró un incremento paulatino del índice, y se evidenció que el 52%, 55% y 59% de empresas se encontraban en una zona de alta probabilidad de quiebra.

Con el fin de complementar las mediciones realizadas de forma individual, por cada uno de los años, se procede a agrupar los datos con el fin de determinar qué segmento de empresa (grande, mediana, pequeña y micro) tiene una menor probabilidad de quiebra. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Probabilidad de quiebra promedio por tipo de empresa periodo 2016-2019

Puntaje Z	Grande		Mediana		Pequeña		Microempresa	
	Can-tidad	Peso relativo	Can-tidad	Peso relativo	Can-tidad	Peso relativo	Can-tidad	Peso relativo
Probabilidad baja de quiebra	211	59%	260	71%	177	68%	11	26%
Probabilidad media de quiebra	74	21%	50	14%	47	18%	3	7%
Probabilidad alta de quiebra	70	20%	53	15%	38	14%	28	67%

Como se observa en la tabla 4, el segmento de las empresas medianas muestra una mayor estabilidad financiera, dado que el 71% de estructuras empresariales analizadas tienen una baja probabilidad de quiebra. Después de este grupo de empresas, se encuentran las empresas pequeñas con un 68%; continúan las empresas grandes con un 59%; y, por último, las microempresas, con un 26%. El grupo de empresas que presentan un grado medio de probabilidad de insolvencia financiera está representado por las grandes empresas con un 21%, seguidas por las pequeñas empresas con un 18%; por detrás, se encuentran las medianas y microempresas con un 14% y 7%,

respectivamente. Cabe precisar que la zona gris no es sinónimo de seguridad financiera, pues dicha zona representa un área de incertidumbre, en la que las unidades de negocios pueden mejorar y/o reducir su probabilidad de quiebra o aumentarla. Las estructuras empresariales que evidenciaron mayor probabilidad de quiebra empresarial son las microempresas con un 67%, seguidas de las grandes empresas con un 20%, mientras que las medianas y pequeñas están representadas en la zona roja con un 15% y 14%, respectivamente. Partiendo del principio financiero de que, a mayor riesgo, mayor retorno, se demuestra por qué las instituciones financieras estiman una tasa más alta para los créditos que estas solicitan cuando las empresas son más pequeñas, puesto que son más proclives a entrar en insolvencia. A continuación, se presentan los resultados de las matrices de correlación. Con el fin de facilitar la interpretación de las correlaciones, se proponen cuatro rangos de medición:

1. Si la correlación es cercana a 0, la relación entre las variables es débil.
2. Si la correlación es cercana a 0,5, la relación entre variables es moderada.
3. Si la correlación es cercana a 1, la relación entre variables es fuerte.
4. Si la correlación es igual a 1, la relación entre variables es perfecta.

Figura 16. Matrices de correlación para empresas grandes periodo 2016-2019

2016	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,01	1			
α_3	-0,02	0,05	1		
α_4	-0,02	0,05	1,00	1	
α_5	-0,02	0,05	1,00	1,00	1

2017	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,80	1			
α_3	0,69	0,64	1		
α_4	-0,01	-0,01	0,01	1	
α_5	-0,01	-0,01	0,01	1,00	1

2018	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	-0,02	1			
α_3	0,18	0,32	1		
α_4	0,22	-0,01	-0,01	1	
α_5	0,22	-0,01	-0,01	1,00	1

2019	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,18	1			
α_3	0,27	0,32	1		
α_4	0,19	-0,01	-0,01	1	
α_5	0,19	-0,01	-0,01	1,00	1

Teniendo en cuenta que α_5 es el resultado del modelo (ver las ecuaciones de la figura 11 y la figura 10). Sobre la base de la figura 16 (ver recuadro rojo), se puede

apreciar que, para el año 2016, las variables α_3 y α_4 muestran una asociación lineal perfecta positiva. Para los años 2017, 2018 y 2019, solo la variable α_4 mostró una asociación lineal perfecta positiva. Por lo tanto, si las empresas grandes tienen una relación alta patrimonio / pasivo, su probabilidad de quiebra podrá ser baja.

Figura 17. Matrices de correlación para empresas medianas periodo 2016-2019

2016	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,19	1			
α_3	-0,04	0,04	1		
α_4	-0,04	0,04	1,00	1	
α_5	-0,04	0,04	1,00	1,00	1

2017	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,16	1			
α_3	-0,04	0,05	1		
α_4	-0,04	0,05	1,00	1	
α_5	-0,04	0,05	1,00	1,00	1

2018	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,27	1			
α_3	-0,03	0,04	1		
α_4	-0,03	0,04	1,00	1	
α_5	-0,03	0,04	1,00	1,00	1

2019	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,35	1			
α_3	0,02	0,11	1		
α_4	0,02	0,11	1,00	1	
α_5	0,04	0,13	1,00	1,00	1

Para el caso de las empresas medianas en los cuatro años analizados (2016 a 2019), se encontró que dos de las cuatro variables explicativas tienen asociación lineal perfecta positiva. Las variables son α_3 y α_4 (ver los recuadros rojos de la figura 17). Por lo tanto, en las empresas medianas, tener una relación alta utilidad operacional / activos y patrimonio / pasivo ayuda a tener una baja probabilidad de quiebra.

Para el grupo de empresas pequeñas, los resultados de las matrices son diferentes en cada uno de los años (ver los recuadros rojos de la figura 18). En 2016, la variable que muestra una asociación lineal fuerte es α_2 , seguida de las variables α_3 y α_4 con asociaciones lineales moderadas. En 2017, las variables α_3 y α_4 muestran asociaciones lineales positivas perfectas (cerca de 1). En 2018, las variables α_3 y α_4 muestran asociaciones lineales positivas fuertes; y la variable α_2 , una asociación lineal moderada y débil para el caso de α_1 . Para terminar, 2019 muestra asociaciones lineales fuertes positivas para las variables α_1 y α_2 , y una asociación lineal moderada para α_3 y α_4 . Por lo tanto, en el grupo de empresas pequeñas, es difícil establecer qué variable será la que más impacta una buena calificación del riesgo de insolvencia en el modelo Altman Z-Score.

Figura 18. Matrices de correlación para empresas pequeñas periodo 2016-2019

2016	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,13	1			
α_3	0,11	0,06	1		
α_4	0,11	0,06	1,00	1	
α_5	0,33	0,84	0,56	0,56	1

2017	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,16	1			
α_3	0,01	0,02	1		
α_4	0,01	0,02	1,00	1	
α_5	0,06	0,16	0,99	0,99	1

2018	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,10	1			
α_3	0,14	0,04	1		
α_4	0,14	0,04	1,00	1	
α_5	0,30	0,49	0,88	0,88	1

2019	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,66	1			
α_3	0,19	0,02	1		
α_4	0,19	0,02	1,00	1	
α_5	0,70	0,84	0,55	0,55	1

Figura 19. Matrices de correlación para microempresas periodo 2016-2019

2016	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	-0,17	1			
α_3	0,23	0,03	1		
α_4	0,23	0,03	1,00	1	
α_5	-0,14	1,00	0,11	0,11	1

2017	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,04	1			
α_3	0,23	0,04	1		
α_4	0,23	0,04	1,00	1	
α_5	0,07	1,00	0,12	0,12	1

2018	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,76	1			
α_3	0,04	0,05	1		
α_4	0,04	0,05	1,00	1	
α_5	0,96	0,91	0,08	0,08	1

2019	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5
α_1	1				
α_2	0,88	1			
α_3	0,04	0,05	1		
α_4	0,04	0,05	1,00	1	
α_5	0,25	0,27	0,97	0,97	1

Así como en las empresas pequeñas, en el caso de las microempresas también se obtuvieron resultados mixtos (ver los recuadros rojos de la figura 19). Para los años 2016 y 2017 la variable que muestra mayor asociación lineal perfecta positiva es α_2 ; para el resto de las variables es débil. En 2018 las variables α_1 y α_2 mostraron una relación lineal fuerte, y en 2019 las variables α_3 y α_4 son las de mayor asociación lineal fuerte positiva. Por lo tanto, en el grupo de microempresas es difícil establecer qué variable será la que más impacta una buena calificación del riesgo de insolvencia en el modelo Altman Z-Score.

Con el propósito de contrastar los resultados obtenidos del modelo Altman Z-Score para las empresas analizadas durante el periodo de los años 2016-2019, se consultó en la página web de la Superintendencia de Sociedades (2022) el estatus jurídico para el año 2020 de la muestra de empresas utilizadas en esta investigación. A continuación, se describen los significados de los estatus jurídicos:

- Activa: la empresa que se encuentra en esta categoría no presenta inconvenientes financieros al momento de la presentación de los estados financieros.
- Acuerdo de reestructuración: la empresa que se encuentra en esta categoría ha celebrado un acuerdo de pago en el momento de presentar los estados financieros, con sus acreedores. En esta situación jurídica, la empresa ha reconocido de manera formal sus problemas financieros y busca una flexibilización del cobro por parte de las empresas acreedoras.
- Cancelada: la empresa que se encuentra en esta categoría ha cancelado la matrícula mercantil; por lo tanto, desde el punto de vista legal, ha suspendido el desarrollo de su objeto social.
- Concordato: tiene el mismo objetivo del acuerdo de reestructuración. Su diferencia radica en que este concepto está definido desde el Código de Comercio. Sin embargo, este concepto fue derogado y remplazado por el artículo 125 de la Ley 1116 de 2006.
- Reorganización: el proceso de reorganización pretende, a través de un acuerdo, preservar empresas viables, y normalizar sus relaciones comerciales y crediticias, mediante su reestructuración operacional, administrativa, de activos o pasivos.
- Validación judicial: la validación judicial tendrá por objeto extender los efectos del acuerdo celebrado y decidir acerca de las objeciones y observaciones de los acreedores que votaron negativamente o se abstuvieron de participar en la mediación, en el evento en el que estas últimas no hayan sido sometidas a medios alternativos de solución de conflictos.

Sobre la base de la información consultada en la Superintendencia de Sociedades (2022), se evidencian los siguientes resultados:

Tabla 5. Estatus jurídico de las empresas analizadas al año 2020

Situación	Grandes	Peso relativo	Medianas	Peso relativo	Pequeñas	Peso relativo	Micro	Peso relativo
Activa	346	97,5%	346	95,3%	242	92,4%	35	83,3%
Acuerdo de reestructuración	0	0,0%	0	0,0%	4	1,5%	0	0,0%
Cancelada	0	0,0%	0	0,0%	0	0,0%	1	2,4%
Concordato	0	0,0%	0	0,0%	1	0,4%	1	2,4%
Reorganización	9	2,5%	14	3,9%	14	5,3%	5	11,9%
Validación judicial	0	0,0%	3	0,8%	1	0,4%	0	0,0%
Total	355	100%	363	100%	262	100,0%	42	100,0%

Nota. Tomado de *Superintendencia de Sociedades*, de Superintendencia de Sociedades, 2021, <https://www.supersociedades.gov.co/SitePages/Inicio.aspx>

En el caso de las empresas grandes, se encuentra que el 97,5% se encuentran activas y tan solo el 2,5% se declararon en reorganización empresarial. Sin embargo, la aplicación del modelo Z-Altman arrojó que 20% de las empresas de este grupo tenían alta probabilidad de insolvencia. En el caso de las empresas medianas, se encuentra que el 95,3% se encuentran activas; el 3,9%, en reorganización empresarial; y el 0,8%, en validación. Durante la aplicación del modelo Z-Altman, se evidenció que el 15% de las empresas tenían alta probabilidad de insolvencia. En el caso de las empresas pequeñas, se encuentra que el 92,4% se encuentran activas; el 1,5%, en acuerdo de reestructuración; el 0,4%, en concordato; el 5,3%, en reorganización; y el 0,4%, en validación judicial. En la aplicación del modelo Z-Altman, se evidenció que el 14% de las empresas tenían alta probabilidad de insolvencia. Los resultados para las microempresas determinan que el 83,3% se encuentran activas; el 2,4%, canceladas; el 2,4%, en concordato; y el 11,9%, en reorganización. En la aplicación del modelo Z-Altman, se evidenció que el 67% de las microempresas tenían alta probabilidad de insolvencia.

Sobre la base de la comparación entre la probabilidad de quiebra y el estatus jurídico reportado por las empresas de la muestra, se puede concluir que el hecho de que una empresa tenga una alta probabilidad de quiebra, medida a través del modelo Z-Altman, no implica que desde el punto de vista legal deba acogerse a una reorganización empresarial (o liquidación, en el peor de los casos). Las empresas podrán seguir operando mientras las condiciones del negocio se lo permitan. Sin embargo,

a diferencia de las empresas que arrojen un mejor indicador, las empresas con alta probabilidad de quiebra serán las más riesgosas en el mercado para hacer negocios.

4. CONCLUSIONES

En ocasiones, las unidades de negocios presentan una compleja y diversa situación financiera. En este sentido, se debe contar con un instrumento de medición que permita evaluar el desempeño financiero generado para un periodo determinado. El modelo Altman Z-Score es una herramienta eficiente para medir las condiciones y tendencias de desempeño financiero de las unidades de negocios. Utiliza como información primaria los datos contables reportados mediante los informes financieros.

El puntaje Z-Altman es un indicador útil para que la administración de la empresa pueda analizar la condición actual, la potencial y la tendencia de la estructura empresarial. Estos análisis son importantes, dado que la quiebra empresarial no solo afecta a socios y empleados, sino también al entorno en que se desenvuelve: desde clientes hasta proveedores.

Los resultados empíricos obtenidos en la aplicación del modelo Altman Z-Score en las empresas colombianas son interesantes tanto para los actores internos como externos de la empresa. El modelo Altman Z-Score es aplicable al contexto colombiano dado su carácter predictivo e informativo. Además de ayudar a dictaminar el desempeño financiero de la unidad de negocio y a predecir la posible insolvencia financiera, la utilización del modelo al interior de la economía colombiana también sería una herramienta útil para calificar el riesgo de las unidades de negocios. La sencillez para usar el modelo, dado que no requiere conocimientos robustos en estadística para su aplicación e interpretación, permite que pueda ser utilizado como herramienta predictiva de insolvencia empresarial por analistas financieros en el contexto colombiano.

El modelo de puntuación Z de Altman Z-Score representa una herramienta financiera certera mediante la cual se puede medir la insolvencia financiera de las unidades de negocio, a partir de la precisión de sus resultados. Aunque el modelo permite medir la solidez financiera de las estructuras empresariales, es importante identificar los factores exógenos y/o endógenos que atentan contra la solidez financiera de las unidades de negocio, que elevan el grado de probabilidad de insolvencia financiera en el corto plazo. Si bien las empresas pueden estar técnicamente en quiebra desde el punto de vista financiero, esta condición no será reconocida hasta que la organización no se acoja a una ley de insolvencia; entonces, la empresa podrá seguir funcionando de manera normal, en la medida de lo posible.

Sobre la base de los resultados de las matrices de correlación, se puede concluir que tener una alta relación patrimonio / pasivo y utilidad operacional / activo ayuda a mitigar el riesgo de insolvencia. Por lo tanto, las políticas financieras de las empresas deben estar focalizadas a fortalecer estos aspectos. En las empresas pequeñas, una relación alta utilidad acumulada / activo puede ser importante al momento de evaluar la probabilidad de insolvencia financiera.

Contribución de autores

Isaac D: Conceptualización, Metodología, Validación, Análisis formal, Curación de datos, Redacción borrador original, **Caicedo A:** Conceptualización, Validación, Análisis formal, Investigación, Curación de datos, Redacción borrador original.

Declaración de conflicto de intereses

El (los) autor(es) declara(n) que, durante el proceso de investigación, no ha existido ningún tipo de interés personal, profesional o económico que haya podido influenciar el juicio y/o accionar de los investigadores al momento de elaborar y publicar el presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altman, E. (1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *Journal of Finance*, 23(4), 589-609. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1968.tb00843.x>
- Altman E. I. (1970). Ratio analysis and the prediction of firm failure: A reply. *The Journal of Finance*, 25(25), 1169-1172. <https://doi.org/10.2307/2325591>
- Altman E. I. (1983). *Corporate financial distress*. Wiley Interscience.
- Altman, E. I. (2013). Predicting financial distress of companies: revisiting the Z-score and ZETA® models. En A. R. Bell, & M. Prokopczuk (Eds.), *Handbook of research methods and applications in empirical finance* (pp. 428-456). Edward Elgar Publishing. <https://doi.org/10.4337/9780857936097.00027>
- Altman, E. I. (2018). A fifty-year retrospective on credit risk models, the Altman Z-Score family of models and their applications to financial markets and managerial strategies. *Journal of Credit Risk*, 14(4), 1-34. <https://doi.org/10.21314/JCR.2018.243>

- Altman, E. I., Danovi, A., & Falini, A. (2013). Z-Score models' application to Italian companies subject to extraordinary administration. *Journal of Applied Finance*, 23(1), 128-137.
- Altman, E. I., Hartzell, J., & Peck, M. (1995). *Emerging market corporate bonds: A scoring system*. Salomons Brothers, Emerging Market Reviews.
- Altman, E. I., & Hotchkiss, E. (2006). *Corporate financial distress & bankruptcy*. 3rd edition. J. Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9781118267806>
- Altman, E. I., Iwanicz-Drozdowska, M., Laitinen, E. K., & Suvas, A. (2017). Financial distress prediction in an international context: A review and empirical analysis of Altman's Z-Score model. *Journal of International Financial Management and Accounting*, 27, 131-171. <https://doi.org/10.1111/jifm.12053>
- Altman E. I., & La Fleur J. K. (1985). I modelli di previsione delle insolvenze: Le loro applicazioni alla gestione d'impresa. *Finanza, Marketing, Produzione*, 4, 77-93.
- Almamy, J., Aston, J., & Ngwa, L. N. (2016). An evaluation of Altman's Z-Score using cash flow ratio to predict corporate failure amid the recent financial crisis: Evidence from the UK. *Journal of Corporate Finance*, 36, 278-285. <https://doi.org/10.1016/j.jcorpfin.2015.12.009>
- Anjum, S. (2012). Business bankruptcy prediction models: A significant study of the Altman's Z-Score model. *Asian Journal of Management Research*, 3(1), 212-219.
- Apan, M., Öztel, A., & İslamoğlu, M. (2018). Comparative empirical analysis of financial failures of enterprises with Altman Z-Score and VIKOR methods: BIST food sector application. *Australasian Accounting, Business and Finance Journal*, 12(1), 77-101. <https://doi.org/10.14453/aabfj.v12i1.6>
- Bağcı, E. (2015). Türkiye Tekstil ve Hazır Giyim Sektörünün Finansal Durum Analizi. *Marmara Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 37(2), 83-100. <https://doi.org/10.14780/iibd.83811>
- Caro, N., Guardiola, M., & Ortiz, P. (2018). Árboles de clasificación como herramienta para predecir dificultades financieras en empresas latinoamericanas a través de sus razones contables. *Contaduría y Administración*, 63(1), 1-14. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2018.1148>
- Congreso de la República de Colombia. (2000, 12 de julio). Ley por la cual se Dictan Disposiciones para Promover el Desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresa [Ley 590].
- Congreso de la República de Colombia. (2004, 2 de octubre). Ley por medio de la cual se Modifica la Ley 590 de 2000 sobre Promoción del Desarrollo de la Micro, Pequeña

- y Mediana Empresa Colombiana y de Dictan otras Disposiciones [Ley 905]. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_0905_2004.html
- Congreso de la República de Colombia. (2006, 27 de diciembre). Ley por la cual se Establece el Régimen de Insolvencia Empresarial en la República de Colombia y se Dictan otras Disposiciones [Ley 1116]. http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1116_2006.html
- Congreso de la República de Colombia. (2012, 17 de octubre). Ley Estatutaria por la cual se Dictan Disposiciones Generales para la Protección de Datos Personales [Ley Estatutaria 1581]. https://www.defensoria.gov.co/public/Normograma%202013_html/Normas/Ley_1581_2012.pdf
- Costa, R. (2019). *Modelo Z-Score de Altman aplicado a empresas brasileiras no periodo 2012-2018*. Universidad Federal do Rio de Janeiro.
- Du Jardin, P. (2015). Bankruptcy prediction using terminal failure processes. *European Journal of Operational Research*, 242, 286-303. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2014.09.059>
- Freire, A. G. H., Gonzaga, V. A. B., Freire, A. H. H., Rodríguez, S. R. V., & Granda, E. C. V. (2016). Razones financieras de liquidez en la gestión empresarial para toma de decisiones. *Quipukamayoc*, 24(46), 153-162. <https://doi.org/10.15381/quipu.v24i46.13249>
- Hernández, M. (2014). Modelo financiero para la detección de quiebras con el uso de análisis discriminante múltiple. *InterSedes*, 15(32), 4-19. <https://doi.org/10.15517/isucr.v15i32.17792>
- Ibáñez, D. (2020). *Impacto de la coyuntura del coronavirus en la economía colombiana*. Superintendencia de Sociedades de Colombia.
- Isaac, D., Escobar, J. H. y Muñoz, A. N. (2021). Detección de quiebra financiera en empresas del sector productivo manufacturero de la ciudad de Bogotá. *Revista Argentina de Investigación en Negocios*, 7(2), 87-99.
- Kacer, M., Ochotnický, P., & Alexy, M. (2019). The Altman's revised Z'-score model, non-financial information and macroeconomic variables: Case of Slovak SMEs. *Ekonomicky Casopis*, 67(4), 335-366.
- Mongrut, S., Alberti, F. I., Fuenzalida, O. D., & Akamine, M. (2011). Determinantes de la insolvencia empresarial en Perú. *Revista Latinoamericana de Administración*, 47, 126-139.
- Mora, M. C., & González Bravo, M. I. (2009). *Caracterización del fracaso empresarial en Colombia: un enfoque con escalado multidimensional*. *Nuevas tendencias en dirección de empresas* (Documento de Trabajo 11/09). Universidad de Salamanca.

https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/75214/DAEE_11_09_Caracterizacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Muñoz N., Laitinen E. K., Camacho M-M, & Pascual, D. (2019). Does audit report information improve financial distress prediction over Altman's traditional Z-score model? *Journal of International Financial Management & Accounting*, 31(1), 65-97. <https://doi.org/10.1111/jifm.12110>
- Ortiz, D. C. P., Villarreal, J. A. G., & Morales, A. (2018). Pronóstico de insolvencia financiera para empresas del sector construcción que cotizan en la bolsa caso: México y Colombia. En M. I. Redondo Ramírez et al. (Eds.), *Internacionalización de la Investigación en las Ciencias Sociales* (pp. 301-321). Universidad Libre Seccional Pereira.
- Parrado, J. S. (2020). *Comprobación de la capacidad de predicción de quiebra del modelo Altman para las empresas del sector construcción en el periodo de 2015 a 2017* [Trabajo de grado, Universidad de La Salle]. Repositorio Universidad de La Salle. https://ciencia.lasalle.edu.co/finanzas_comercio/600/
- Rahayu, F., Suwendra, I. W., Yulianthini, N. N., & SE, M. (2016). Analisis financial distress dengan menggunakan metode Altman Z-Score, Springate, dan Zmijewski pada perusahaan telekomunikasi. *Jurnal Manajemen Indonesia*, 4(1), 1-13.
- Restrepo, L. Y., & Vergara, S. A. (2019). *Modelos de estructuración de operaciones de crédito para pymes en Colombia utilizando fintech y fondos de inversión colectiva (FIC)* [Tesis de maestría, Universidad EAFIT]. Repositorio Institucional Universidad EAFIT. <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/13854>
- Romero, Y., Salazar, A. J., & Sánchez, I. J. (2020). Medición de la competitividad de los sectores económicos del departamento de Sucre: Propuesta desde la gestión financiera. *Aglala*, 11(1), 90-109.
- Sudiyatno, B., & Puspitasari, E. (2010). Tobin's q dan Altman Z-Score sebagai indikator pengukuran kinerja perusahaan. *Kajian Akuntansi*, 2(1), 9-21.
- Sun, J., Li, H., Huang, Q. H., & He, K. Y. (2014). Predicting financial distress and corporate failure: A review from the state-of-the-art definitions, modeling, sampling, and featuring approaches. *Knowledge-Based Systems*, 57, 41-56. <https://doi.org/10.1016/j.knosys.2013.12.006>
- Superintendencia de Sociedades de Colombia. (2021). *Sistema Integrado de Información Societaria (SIIS)*. <https://www.supersociedades.gov.co/SitePages/Inicio.aspx>
- Takang, F. A., & Ntui, C. T. (2008). *Bank performance and credit risk management* [Máster Degree, University of Skövde]. Digitala Vetenskapliga Arkivet. <http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A2459&dswid=7067>

- Vera, I. (2017). *El modelo Z de Altman como herramienta financiera para pronosticar o predecir el desempeño financiero de las empresas mexicanas cotizadas. Caso de las empresas manufactureras del sector alimenticio*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.
- Yuliastary, E. C., & Wirakusuma, M. G. (2014). Analisis financial distress dengan metode Z-Score Altman, Springate, Zmijewski. *E-Jurnal Akuntansi Universitas Udayana*, 6, 379-389.
- Zylberberg, A. (2016). *Probabilidad y estadística*. Nueva Librería.

Fecha de recepción: 18/01/2021

Fecha de aceptación: 9/02/2022

Correspondencia: danyisaac82@gmail.com

oandrescaicedo@gmail.com