

Análisis del riesgo financiero de las pequeñas y medianas empresas industriales en Colombia: estudio del sector Químico*

Fecha de recepción: 07/05/2015

Fecha de revisión: 22/05/2015

Fecha de aprobación: 17/07/2015

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artículo: Restrepo, J., Valencia, M. y Vanegas, J. (2015). Análisis del riesgo financiero de las pequeñas y medianas empresas industriales en Colombia: estudio del sector Químico. *Revista Criterios*, 22(1), 345-366.

* Artículo Resultado de Investigación. Hace parte del proyecto de investigación: *Perspectivas de la toma de decisiones en agentes económicos: aplicaciones en contextos de negocios y turismo*, desarrollado entre el Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria y la Fundación Universitaria Autónoma de Las Américas.

*✉ Ingeniero Administrador; Magíster en Administración; candidato a Doctor Universidad San Pablo CEU. Docente de I.U. Tecnológico de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: jrestrepo@tdea.edu.co / jorge.restrepo@uam.edu.co.

** Ingeniera Industrial; Magíster en Estadística. Docente de I.U. Tecnológico de Antioquia, Antioquia, Medellín, Colombia. Correo electrónico: mvalencia@unal.edu.co

*** Economista; Magíster en Economía. Docente investigador Fundación Universitaria Autónoma de Las Américas; integrante grupo de investigación GICEA, Medellín, Antioquia, Colombia. Correo electrónico: juan.vanegas@uam.edu.co / jg.tecnologico@gmail.com

Jorge Aníbal Restrepo Morales*✉

Marisol Valencia Cárdenas**

Juan Gabriel Vanegas López***

Resumen

El riesgo asociado con las decisiones financieras presenta un gran impacto en el desempeño de la empresa; su desconocimiento puede provocar su desaparición del mercado. Las decisiones de inversión y financiación son relevantes en todos los aspectos de la empresa; ejemplo: el recurso humano, la tecnología, entre otras, y revisten cada vez más complejidad debido a las circunstancias cambiantes del mercado, como: sistema monetario, tendencias de precios, entre otras. El análisis de riesgo se puede llevar a cabo de forma cualitativa y cuantitativa. En este trabajo se propone un método cuantitativo, partiendo de un modelo de regresión, y se calcula otros indicadores de riesgo, entre los cuales se encuentra el Operativo, el Financiero y el de País. Se compara los valores del riesgo derivado de regresión con éstos y se determina cuáles tienen más cercanía. Se utiliza información de la Encuesta Anual Manufacturera y de las 5.000 empresas de la Revista Dinero del sector químico colombiano, encontrando que en éste, el riesgo varía entre un 30 y un 40 % de su rentabilidad, aproximadamente.

Palabras clave: análisis de regresión, pymes, riesgo operativo, riesgo financiero.

Financial risk analysis on industrial SMEs in Colombia: a study of the chemical sector

Abstract

The risk associated with financial decisions has a great impact on the performance of the company; ignorance can lead to its disappearance from the market. Investment and financing decisions may be relevant in all aspects of the company such as human resources, technology, among others, becoming increasingly complex due to changing circumstances of market, such as: monetary system, trends in prices, among others. Risk analysis could be carried out qualitatively and quantitatively. This paper develops a quantitative method, based on a regression model. Following this, other risk indicators are calculated, among which are the operational, financial and country. Values of risk derived from regression are compared with those other kind of risks, and it is determined which of them have more closeness. Here, it is used information of the large manufacturing business survey 2010, and from 5000 companies in *Revista Dinero* of the Colombian chemical industry, finding that this sector has a risk varying between 30 % and 40 % of the profitability, approximately.

Key words: Regression Analysis, SMEs, Operational Risk, Financial Risk.

Análise de risco financeiro das pequenas e médias industriais em Colômbia: estudo do setor químico

Resumo

O risco associado a decisões financeiras tem um grande impacto sobre o desempenho da empresa; ignorância pode causar seu desaparecimento do mercado. As decisões de investimento e financiamento são relevantes para todos os aspectos do negócio, tais como recursos humanos, tecnologia, entre outros, e é de crescente complexidade, devido à evolução das circunstâncias do mercado, como o sistema monetário, tendências de preços, entre outros. A análise de risco pode ser realizada qualitativamente e quantitativamente. Este artigo propõe um método quantitativo, baseado em um modelo de regressão; após isso, os indicadores de risco operacional, financeira e país são calculados e comparados uns com os outros. É usada a informação do Inquérito Anual da Indústria transformadora e de 5000 empresas colombianas do setor químico em a *Revista Dinero*, descobrindo que neste sector, o risco varia entre 30 % e 40 % de seu lucro, aproximadamente.

Palavras-chave: Análise de Regressão, PME, Risco Operacional, Risco Financeiro.

1. Introducción

En Colombia, de acuerdo con Restrepo (2009), la composición financiera de las pequeñas y medianas empresas (pymes) tiene como característica la alta prevalencia de los recursos propios en la estructura de financiación y un gran porcentaje del crédito bancario de corto plazo; lo anterior es consistente con los hallazgos de Acín (1996) en las pymes de España. El fenómeno anotado se desprende de las asimetrías de información respecto de las entidades financieras, limitando el endeudamiento de las pymes, forzándolas a financiación con recursos propios, incrementando de esta forma su costo de capital y elevando su exposición al riesgo. Estos factores financieros influyen sobre las decisiones de inversión de las pymes y condicionan su crecimiento, tornándose en un ciclo que realimenta las carencias de su estructura financiera.

Restrepo (2009), encuentra una debilidad recurrente en las pymes de la región: la ausencia de un registro continuo y riguroso de indicadores e información contable y financiera; frente a esta realidad, en este trabajo se presenta un modelo flexible y de fácil comprensión para empresarios pymes que permite, a partir sólo de la información de ingresos y costos totales, estimar sus relaciones recurriendo a una regresión lineal para determinar la composición fija y variable de los costos totales. Posteriormente, por medio de las formulas tradicionales de punto de equilibrio y apalancamiento operativo, es posible cuantificar los niveles de riesgo a los que se exponen las pymes; se complementa con el abordaje del Grado de Apalancamiento Financiero (GAF) y se concluye sobre el riesgo total.

No obstante, la importancia de las pymes a nivel mundial y los modelos para gestión de riesgo se han orientado básicamente a las entidades financieras de Basilea II (2004), y son adoptados y adaptados para la medición y cuantificación del riesgo en la gran empresa, dejando de lado las pymes. Entre otras porque la estimación del riesgo se fundamenta a partir de datos históricos que se registran a nivel interno en las grandes empresas en plataformas de seguimiento de eventos y luego con diferentes técnicas, se cuantifica el riesgo operativo; la literatura muestra de forma amplia la cuantificación del riesgo aplicada a instituciones del sector financiero y la gran empresa (Aue & Kalkbrener, 2007; Akkizidis & Bouchereau, 2006; Dutta & Perry, 2006; Böcker & Klüppelberg, 2008; Medina, 2006; Embrechts, Nešlehová & Wüthri, 2009; Chernobai y Rachev, 2006; Degen, Embrechts & Lambrigger, 2007; Shevchenko & Wüthrich, 2009; Baud, Frachot & Roncalli, 2002; Frachot, Georges & Roncalli, 2001; Frachot, Moudoulaud & Roncalli, 2003; Cruz, 2004; Marshall C. & Marshall D., 2001).

Adicionalmente, muchos de los estudios orientados al análisis de las empresas y los sectores se basan en diagnósticos financieros, pero de acuerdo con Celaya y López (2004), existen pocos estudios dedicados a la determinación y medición del riesgo inherente a la actividad de la empresa, y en particular en las empresas de tamaño pequeño y mediano. No obstante, se encuentran unos cuantos trabajos específicamente de valoración de riesgo financiero en pymes. Fu G., Fu W. y Liu (2012) mediante modelos de regresión encuentran una relación negativa entre el nivel de riesgo y la razón corriente, el margen de utilidad neto, el patrimonio neto y los activos fijo; realizan una valoración para empresas que

cotizan en la bolsa de valores China. En un contexto similar, pero en India, Bhunia y Mukhuti (2012), encuentran que dicha relación es negativa para la estructura de la deuda, la relación de activos y pasivos, la rotación de inventario, la rotación de activos fijos y las cuentas por cobrar. Para el caso de Colombia, Restrepo, Díaz y Ocampo (2014) modelan las volatilidades de los principales índices financieros de rentabilidad, endeudamiento, liquidez y eficiencia en el sector Químico en Colombia, usando un análisis jerárquico de procesos para identificar el peso de tales índices y medir el riesgo operativo de la industria mediante una clasificación que los pondera como severo, moderado o bajo.

Por las razones mencionadas, este trabajo presenta una metodología simple para la medición del riesgo financiero en las pymes, basada en análisis de regresión; además, se comparan sus resultados con otras formas de medir el riesgo: financiero, país, total, ROI (rendimiento sobre la inversión), ROA (rentabilidad sobre los activos); con poca información. La población de estudio fueron las pymes industriales del sector Químico colombiano. Se ilustrará la metodología propuesta con una aplicación para el sector Químico¹, contrastando su desempeño en el periodo 2000-2009.

Definición de riesgo

Mendoza y Castillo (2008) plantea que el riesgo operacional o de operación se basa en la posibilidad de que se ocasionen pérdidas financieras a las empresas por eventos o hechos derivados de fallas o insuficiencias en sus procesos estratégicos, administrativos o del negocio, las personas internas o relacionadas, la tecnología de información usada y por eventos externos; incluye el riesgo legal, aunque no se refiere a la posibilidad de pérdidas originadas en cambios inesperados en el entorno político, económico y social. Por su parte, Jorion (2000) plantea el riesgo como la volatilidad de los resultados esperados, generalmente el valor de activos o pasivos de interés, en este trabajo se recurre a la volatilidad de los diferentes márgenes de la empresa.

Variables de Riesgo

Muchos empresarios asocian el riesgo con eventos negativos, como es el caso de la no cobertura de los costos fijos en un periodo; sin embargo, el proceso de análisis de la exposición al riesgo puede facilitar al empresario el hallazgo de oportunidades de mejoramiento, una vez que éste induce la exploración de todos los resultados posibles de un determinado evento considerado adverso. Las empresas del sector industrial enfrentan por lo menos tres tipos de riesgo (Celaya y López, 2004), a saber:

- Riesgo operativo, financiero y total.
- Riesgo sobre el comportamiento de la rentabilidad.
- Riesgo del entorno o riesgo país.

¹ Se utiliza este sector, debido a que la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF, 2011) exhibió los resultados de la “Gran Encuesta Pyme” correspondientes al primer semestre de 2010, que se realizó a 1.546 empresarios de los diferentes sectores de la economía: industria, comercio y servicios y, en particular, se indagó sobre la situación actual y las proyecciones del sector, donde el sector Químico presentó el mayor crecimiento en la percepción presentada.

Riesgo operacional, financiero y total

Siguiendo la aproximación de Celaya y López (2004), quienes consideran que los riesgos anteriores surgen de la actividad propia de la empresa y su relación con el entorno; se encuentra como el riesgo operacional, tiene relación con la incapacidad de la empresa para cubrir los costos y gastos fijos de operación; y los financieros indican la probabilidad de no enfrentar los gastos fijos asociados con la estructura de endeudamiento. Por su lado, el riesgo total será la agregación de los anteriores.

Riesgo operacional

En la misma línea de argumentación, desde la visión contable-financiera, los gastos operativos se subdividen en fijos y variables; la porción fija no depende del nivel de actividad de la organización, cuyo principal inductor son la producción y las ventas, por tanto su causación y por ende, el desembolso son eventos independientes de la presencia de ingresos y producción (García, 2009). Una vez que contablemente la utilidad operativa disminuye proporcionalmente en relación con los costos y gastos, es posible establecer la proporción del riesgo operativo como una función lineal del margen de contribución, cuya expresión matemática se presenta en la ecuación (1).

$$Ro = \frac{(Costos\ Fijos + Gastos\ Fijos)}{(Ingresos - Costos\ y\ Gastos\ Variables)} \quad (1)$$

Riesgo financiero

Siguiendo el argumento de Mascareña (2008), para este trabajo el riesgo financiero hace referencia a la incertidumbre asociada al rendimiento de la inversión derivada de la posibilidad de que la empresa no pueda hacer frente a sus obligaciones financieras como el pago de los intereses y la amortización de las deudas. Es decir, el riesgo financiero se deriva de un único factor: las obligaciones financieras fijas en las que se incurre.

En la misma línea, Cazorla (2004), señala como en el contexto de la Mipyme que no cotiza en bolsa, es justificable el poco interés del empresario por acceder a la emisión de acciones, focalizada en la pérdida de control que significa el ingreso de accionistas, por esta razón las pymes son desconocidas en los mercados financieros. Una reflexión similar encuentra Hernández (2004) con la premisa anterior, en este trabajo se aborda el riesgo de liquidez o de financiación y para ello se considera que los gastos financieros son aquellos derivados de la deuda con bancos y terceros, y no se consideran dividendos preferenciales. Ahora, como los gastos financieros son fijos, en este contexto significa que no tienen relación de causalidad con la actividad de la empresa, al menos de forma directa. Desde el punto de vista contable, se puede discurrir que las empresas cubren sus cargas financieras con la utilidad de operación; lo que simplifica determinar la proporción de riesgo financiero con la ecuación (2).

$$\text{Riesgo Financiero (RF)} = \frac{\text{Gastos Financieros}}{\text{Utilidad Operacional}} \quad (2)$$

El índice anterior, muestra la cobertura de los intereses en el análisis tradicional, es necesario complementar el análisis de riesgo con el concepto de apalancamiento, considerando que los gastos obtenidos como resultado de la financiación con deuda, constituyen gastos fijos, y por tanto, en el evento de la presencia de endeudamiento se pagaran intereses, independiente de los ingresos por ventas. La capacidad financiera, se identifica como una de las habilidades que debe poseer toda pyme según Camisón y De Lucio (2010), complementada con la capacidad de inversión, producción, comercialización y generación de utilidades. La literatura coincide en afirmar que las empresas se apalancan financieramente y utilizan los gastos fijos –intereses- con el propósito de alcanzar un máximo incremento en las utilidades por acción cuando se produce un incremento en las utilidades antes de intereses e impuestos (UAI), denominadas operacionales. El uso adecuado de la capacidad de financiación, como resultado de la destinación de la deuda en la adquisición de activos productivos, deberá generar un incremento en las utilidades operacionales y por consiguiente, también un incremento en la utilidad por acción. Una de las formas de lograr el GAF se ilustra en la ecuación (3).

$$\text{GAF} = \frac{\text{Utilidades antes de Intereses e Impuestos}}{\text{Utilidades antes de Impuestos}} \quad (3)$$

Apalancamiento operativo

Se concibe el apalancamiento operativo como el impacto generado por los costos fijos de una empresa sobre su estructura general de costos, acorde con Van Horne & Wachowicz (2002). El caso más común, se desprende de los procesos de modernización tecnológica que conlleva una carga implícita por concepto de depreciación, paralelamente y como consecuencia de la inversión en tecnología, algunos costos variables, como es el caso de la mano de obra directa y la materia prima permutan disminuyendo la estructura de costos de la empresa.

El apalancamiento operativo se refiere a invertir en activos fijos con el propósito de mejorar la competitividad y maximizar los resultados operativos de la firma. Esto se asocia con la tecnificación de procesos, pues llevan a incrementos productivos, mejoras de calidad, minimización de desperdicios, entre otros aspectos. Surge el interrogante de: ¿cómo determinar el impacto sobre las utilidades operacionales como producto del incremento en los ingresos por ventas, derivadas de las inversiones en tecnología a través de la adquisición de activos fijos? La tecnología puede desplazar la mano de obra directa, que es un costo variable y lo transforma en un costo fijo vía depreciación, transformando la estructura de costos de la empresa, con el consecuente impacto en el nivel de las utilidades operacionales. Es posible cuantificar y evaluar el efecto anterior bajo la óptica del Grado de Apalancamiento Operativo (GAO) que representa de forma matemática el efecto de los costos fijos sobre la UAI ante un cambio positivo en las ventas como resultado de inversiones en tecnología.

Algebraicamente el GAO puede expresarse como:

$$(GAO) = \frac{\text{Margen de Contribución (MC)}}{\text{Utilidad Antes Intereses e Impuestos (UAI)}} \quad (4)$$

Riesgo total

Por su parte el riesgo total, denominado igualmente riesgo estructural, combina el riesgo operativo y el financiero sacando una proporción entre los costos y gastos fijos – operativos y financieros- y el margen de contribución total, este indicador se expresa mediante la ecuación (5).

$$\text{Riesgo Total (RT)} = \frac{\text{Costos y gastos fijos operativos y Financieros}}{\text{Ingresos-Costos y Gastos Variables}} \quad (5)$$

Riesgo sobre el comportamiento de la Rentabilidad

Restrepo (2009) sostiene que aunque las técnicas de análisis financiero tradicional presentan grandes limitaciones en el proceso de toma de decisiones, éstas han sido ampliamente generalizadas debido a que mediante los ratios es posible hacer comparaciones y análisis de tendencias de los resultados de las empresas y contrastar con una medida estándar de resultados que pueden ser los objetivos de la empresa o los promedios del sector.

Otra forma de calcular el riesgo lo define Gitman (2003), quien plantea que en la definición de la estructura financiera, toda empresa presenta un capital y unas utilidades, al dividir la utilidad entre el capital obtenemos el rendimiento sobre la inversión (ROI) y al dividir las utilidades sobre los activos obtenemos la rentabilidad sobre los activos (ROA), como tenemos información del periodo 2000-2009 podemos obtener la tendencia de la rentabilidad.

En este apartado se trata de establecer la consistencia, en el tiempo, de la capacidad del sector para generar rendimientos positivos, es claro que se puede presentar un riesgo alto en el sector y que éste genere altos rendimientos, pero no de forma consistente; es decir, tal vez su estructura financiera no cambie pero sí el resultado de sus operaciones. En un periodo las empresas pueden presentar un rendimiento alto y en otros bajo; esta situación la denominaremos riesgo sobre la consistencia de la rentabilidad. Cuando las empresas presentan un comportamiento muy aleatorio frente a los rendimientos, no existirá seguridad frente a la estimación del rendimiento futuro. Si no tenemos seguridad, existe un riesgo latente, en este orden de ideas, el riesgo de una pyme depende de lo aleatorio de este comportamiento.

Riesgo País

Paralelamente al riesgo estructural (operativo y financiero) y al riesgo del rendimiento de la inversión, las empresas enfrentan y se desarrollan en un entorno que puede ser adverso o económicamente riesgoso, como es el caso

de Colombia, mercado en vía de desarrollo, y que según los inversionistas presenta un riesgo denominado riesgo país, el cual se puede evaluar tomando como base las tasas de los instrumentos de inversión gubernamentales, que utilizan los países para retener las inversiones a su interior y evitar una salida masiva de recursos con sus nefastas consecuencias, éstas tasas se comparan con instrumentos similares, que en el consenso de los inversionistas estén libres de riesgo, como es el caso de las tasas de los bonos del tesoro americano.

González (2004), argumenta como la mayor parte de los estudios realizados de riesgo país, coinciden en la dependencia de éste con respecto a dos factores principalmente, a saber: la capacidad o habilidad para responder a las obligaciones de pago y que corresponden a elementos económicos y financieros; los primeros se relacionan con la incapacidad de pago por falta de recursos y más relacionado con un problema estructural, cuya solución se encuadra mejor en el largo plazo; los segundos, los elementos financieros, están ligados a la eventual falta de recursos, generalmente problemas de liquidez, y se considera un problema coyuntural del corto plazo. El otro factor, fuente de riesgo operativo reside en la intención de un Estado de abonar a su deuda, y se denomina como riesgo político o administrativo.

En la literatura se reconoce como el principal indicador de riesgo país a la diferencia de tasa que pagan los bonos denominados en dólares, emitidos por países en vía de desarrollo, y los Treasury Bills de Estados Unidos, considerados “libres” de riesgo. Este diferencial [denominado spread o swap], simboliza la probabilidad del incumplimiento de pago del gobierno emisor, puede ser por mora en el pago o por negación de la deuda. Los bonos, con mayor percepción de riesgo, presentan una tasa de interés mayor, por lo tanto el spread de estos bonos con referencia a los bonos del Tesoro de Estados Unidos es mayor.

2. Metodología

En este artículo se abordan diferentes formas de medir el riesgo para pymes, que pueden ser comparadas entre sí y que además, consideran la experiencia y la cultura financiera de los empresarios pymes. Se ilustra en un sector industrial, caso específico, sector Químico colombiano, mediante la cuantificación de los siguientes riesgos: riesgo operativo derivado de un análisis de regresión, riesgo asociado con el GAF, el riesgo derivado del GAO, y el riesgo total, asociado con el margen de contribución y la volatilidad de los índices ROI y ROA; y por último se aborda el riesgo país.

Se utilizó la información anual del sector Químico en el periodo 2000-2009, para estimar la relación entre las ventas (x) sobre los costos totales (y) del sector, con un modelo de regresión (Ecuación (6)); con ésta se buscó separar la porción fija y variable de los costos totales, de manera que el intercepto (b) fuera la porción fija, dado que en la ausencia de ingresos ($x=0$), los costos fueron representados por b , mostrando la independencia con el volumen de ventas; la pendiente de la variable ingresos (m), es la porción variable de los costos totales (y). Luego, se calculó el Riesgo Operativo (RO) con la ecuación (1).

$$CT = mx + b \quad (6)$$

Luego, con los valores de los parámetros estimados en la regresión (Ec. (6)), se procedió a estimar un punto de equilibrio por medio del método tradicional, utilizado por diferentes autores (García, 2009; Ortiz, 2010), y expresado en la ecuación (7).

$$PE(\$) = \frac{CF}{1-m} \quad (7)$$

Donde **CF** son los costos fijos y **m** es la proporción de ingresos, que establece la relación de éstos con los costos totales.

En el siguiente paso de la metodología se planteó que para determinar el riesgo operativo, se debe proceder a elaborar otra ecuación de regresión, pero esta vez la variable independiente -- representa los costos totales y la variable dependiente las ventas; este artilugio, aparentemente no tiene mucho sentido, pero analizando el planteamiento se puede argumentar así: por cada peso (costo) invertido, el incremento en las ventas tiene un valor **m**, si la pendiente es positiva. Este monto, asociado con un costo variable, publicidad, total de vendedores, productos, entre otros aspectos, expresa como resultado, que en conjunto, se vendió veces la inversión realizada en las variables explicativas en cada año. Seguido a esto, se estima el riesgo de liquidez o financiación con la ecuación (2); luego se estimó el GAF, mediante la ecuación (3). Siguiendo la línea de argumentación teórica, se determinó el apalancamiento operativo (GAO) mediante la ecuación (4). Por último, el riesgo total fue calculado mediante la ecuación (5).

3. Resultados y Discusión

Usando datos históricos de ingresos y costos totales, se inicia con la estimación del margen de contribución, así como los incrementos en: ingresos, costos y margen, respectivamente. En la Tabla 1 se muestra las ventas y los costos operacionales totales del sector de productos químicos (en miles de pesos) a pesos constantes, así como también los incrementos porcentuales de cada una de las variables que comprometen el riesgo operativo; se resalta que este sector presenta información histórica, por tanto se calcularon los indicadores de las ecuaciones 1 a la 5, para posteriormente contrastar los resultados con la propuesta metodológica de este trabajo y probar la validez del modelo.

Tabla 1. Ventas y costos del sector Químico, a pesos constantes, para el periodo 2000-2009

Periodo	Ventas	Costos y gastos Operacionales	Margen Contribución	Incremento Ingresos	Incremento Costos	Incremento Margen
2000	8 613 357.0	6 811 236.0	1 802 121.00	N/A	N/A	N/A
2001	9 280 566.0	7 418 799.7	1 861 766.3	7.46 %	8.54 %	3.26 %
2002	9 346 797.0	7 455 700.3	1 891 096.7	0.71 %	0.50 %	1.56 %
2003	9 852 269.0	8 112 970.6	1 739 298.4	5.27 %	8.45 %	-8.37 %

Periodo	Ventas	Costos y gastos Operacionales	Margen Contribución	Incremento Ingresos	Incremento Costos	Incremento Margen
2004	10 737 701.0	8 645 996.1	2 091 704.9	8.61 %	6.36 %	18.45 %
2005	11 362 267.0	9 040 051.4	2 322 215.6	5.65 %	4.46 %	10.45 %
2006	11 965 400.0	9 505 408.9	2 459 991.1	5.17 %	5.02 %	5.76 %
2007	11 856 898.0	9 377 407.3	2 479 490.7	-0.91 %	-1.36 %	0.79 %
2008	17 263 827.0	12 813 998.0	4 449 829.0	37.57 %	31.22 %	58.48 %
2009	17 162 347.0	13 265 444.9	3 896 902.1	-0.59 %	3.46 %	-13.27 %
Media	11 744 142.9	9 244 701.3	2 499 441.5	7,66 %	7,41 %	8,57 %
Desviación Estándar	2 936 694.6	2 076 756.5	883 023.5	11,06 %	8,98 %	19,73 %
Desviación Estándar/ Promedio	0.250	0.225	0.353	1,4441	1,2120	2,3023
Máximo	17 263 827.0	13 265 444.9	4 449 829.0	37,57 %	31,22 %	58,48 %
Mínimo	8 613 357.0	6 811 236.0	1 739 298.4	-0,91 %	-1,36 %	-13,27 %

Fuente: Revista Dinero (2011).

Modelo de regresión 1. Se inicia con un análisis de regresión, tomando como variable Y –dependiente- los costos y como variable independiente X -ventas-, para separar los costos fijos y variables. Con los datos de la Tabla 1 se corre la regresión y se obtienen los datos presentados en la Tabla 2.

Tabla 2. Resumen de las estadísticas de la regresión de los ingresos vs. los costos. Elaboración propia con el software R.

Parámetros estimados				
Coefficients				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Costos Fijos)	9.669e+05	2.456e+05	3.936	0.00432 **
Ventas	7.048e-01	2.029e-02	34.736	5.16e-10 ***
Residual standard error: 188400 on 8 degrees of freedom - Multiple R-squared: 0.9934 , Adjusted R-squared: 0.9926				
F-statistic: 1207 on 1 and 8 DF, p-value: 5.16e-10				

Luego, se procedió a evaluar la consistencia de los resultados de la regresión, en primer lugar de manera gráfica.

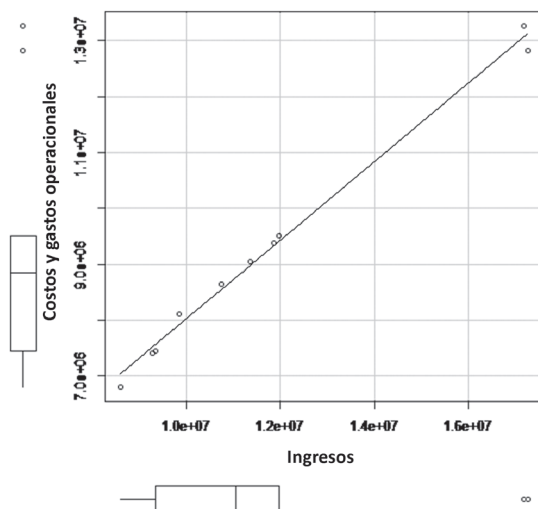


Figura 1. Análisis de dispersión.

La Figura 1 ilustra la dispersión de los datos de x vs. la respuesta, y el modelo ajustado; permite inferir como éstos están aglomerados con una varianza mínima; sólo dos datos se visualizan dentro de un margen de confianza aceptable para la regresión estimada, demostrando que no son datos atípicos y por tanto, no generan desviaciones importantes con respecto a la recta. Por su parte, el coeficiente de determinación (R^2), indica que el 99.3 % de la variabilidad de los datos reales es explicada a partir del modelo estimado. Esto, además de las evidencias de significancia que tienen los parámetros, da validez para explicar adecuadamente los costos totales como una función de los ingresos, usando el análisis de regresión.

Con las hipótesis de $H_1 \Rightarrow B_0 = 0; B_1 = 0$, y sus respectivas alternativas $H_a \Rightarrow B_0 \neq 0; B_1 \neq 0$, con un nivel de significancia del 0.05. En este caso el valor de *probabilidad* < 0.05 (α), (Tabla 3), por lo tanto, se rechaza H_1 ; lo que permite inferir que la ecuación no tomará los valores de cero y el modelo de regresión ajustada simple se puede utilizar en la predicción de los costos, y por tanto en su desagregación en fijos y variables.

Tabla 3. Estadísticos para el intercepto y la pendiente

Variable	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95 %	Superior 95 %
Costos Fijos	966 936.055	245 643.537	3.93633827	0.00431805	400 481.043	1 533 391.07
Coefficiente de Ventas	0.7048420	0.02029148	34.735853	5.1601E-10	0.65804976	0.75163425

De acuerdo con la Tabla 3, se infiere que por cada 100 pesos de ventas generadas en el sector químico, los costos totales aumentan en 70.48 %, situación que se corrobora con los datos empíricos que sugieren un margen bruto aproximado del 32 %. Además, la tabla presenta como valor fijo del intercepto la suma de 966 936, que se puede interpretar como la porción de los costos totales no

capturados por la pendiente de la ecuación, lo cual permite inferir que tal valor corresponde con los costos fijos.

Adicionalmente, la Tabla 3 muestra cómo a un nivel de confianza del 95 %, los costos fijos se ubican en un intervalo de confianza [400 481; 1 533 391] y la pendiente de los costos variables se mueve en un intervalo de confianza [0.658; 0.751]. El valor p para cada parámetro, en dicha tabla, tanto para la pendiente (5.1601E-10) y el intercepto (0.00431805) son menores que el nivel de significancia (0.05). En otras palabras, los intervalos en los que se moverán la pendiente y el intercepto con un nivel de confianza de 95 % son positivos, la pendiente toma los límites: 0.65804 y 0.75163, corroborando que en ningún momento será cero; esto permite concluir que a medida que las ventas aumentan, así lo hacen los costos.

Es importante precisar, que aunque los modelos de regresión son válidos en rangos definidos, en este caso el nivel de ingresos, no necesariamente el valor de 966 936 obtenido como nivel de costos fijos es preciso, porque matemáticamente se podría desplazar el eje Y, y por ejemplo empezar en 3'000.000 y aun así, la línea de regresión se ajustaría a los datos del sector. No obstante lo anterior, el presente análisis aporta de forma significativa a la comprensión y acercamiento al concepto de riesgo operativo para los empresarios pymes, y por tanto, a su cuantificación.

Determinación del punto de equilibrio

Con los valores de los parámetros estimados en la regresión anterior, se procede a estimar un punto de equilibrio por medio del método tradicional, utilizado por diferentes autores como: García (2009) y Ortiz (2010), y expresado en la Ecuación (7). Según este resultado, de acuerdo con la información histórica, el sector, por cada peso desembolsado en costos fijos, está en la obligación de vender 3.27 pesos para no incurrir en riesgo operativo.

$$\begin{aligned} PE(\$) &= \frac{CF}{1 - m} = \frac{966\ 936}{1 - 0.7048} = 3\ 275\ 994.8 \\ PE(\$) &= \frac{CF}{1 - m} = \frac{400\ 481}{1 - 0.658} = 1\ 170\ 997 \\ PE(\$) &= \frac{CF}{1 - m} = \frac{1\ 533\ 391}{1 - 0.751} = 6\ 160\ 606 \end{aligned}$$

De los resultados anteriores con las dos últimas ecuaciones, se determina el intervalo para la tasa de ventas: [1.17; 6.16], entre éstos valores, se moverá dicha tasa por cada peso incurrido en costos fijos.

Cálculo del riesgo operativo derivado de la regresión

El riesgo calculado equivale a 38.69 %. Para su estimación se utilizó la ecuación (1), donde los costos fijos corresponden al valor del intercepto de la ecuación de regresión: 966 936.055 y el denominador es la diferencia de los promedios de ingreso (11 744 142.9), menos el correspondiente costo variable 9 244 701.3, vistas en la Tabla 1. Dicho valor no está muy alejado del ratio promedio estimado, derivado de las razones por año calculadas, con el mismo costo fijo.

Modelo de regresión 2. Se estimó una segunda ecuación de regresión, ésta vez la variable independiente -- representa los costos totales, y la variable dependiente -- las ventas. Analizando el planteamiento se puede argumentar que la pendiente obtenida por este medio representa una porción, que por cada peso vendido, se destinó como inversión en las diferentes variables explicativas de la venta, como lo son: los costos variables, la publicidad, el número de referencias, el número de vendedores, las bodegas, entre otras; en su conjunto, del resultado de la regresión se puede interpretar que la empresa vendió veces la inversión realizada en las variables explicativas de la venta en el año t ($t=2000, \dots, 2009$). Los resultados se muestran en las Tablas 4 y 5.

Tabla 4. Resultados regresión costos-ventas

Parámetros estimados				
Coefficients:				
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
Costos.y.gastos.Operacionales	1.27704	0.01298	98.37	5.88e-15 ***
Residual standard error: 389000 on 9 degrees of freedom Multiple R-squared: 0.9991, Adjusted R-squared: 0.999				
F-statistic: 9676 on 1 and 9 DF, p-value: 5.883e-15				

Al estimar la regresión sin intercepto, por la hipótesis “no se presentan ventas al no incurrir en operaciones”, los resultados muestran (Tabla 4) que la regresión es altamente significativa por la significancia de la variable costos variables ($vp=5.88e-15$), además, sus residuales se comportan bajo una distribución normal y el coeficiente R^2 toma un valor muy alto (99.9 %). Lo anterior permite inferir que en el periodo 2000-2009, por cada unidad monetaria invertida en costos variables, las ventas del sector incrementan en 1.27 veces la inversión. En otras palabras, cada peso desembolsado vía costos variables, representa un ingreso por ventas de 1.27 unidades. La medida anterior, coloca al sector en una posición de alerta, una vez que la contribución marginal de cada peso invertido en costos incrementa el ingreso en un coeficiente con un valor tan bajo.

En el evento de contar con información desagregada de las diferentes partidas explicativas de los costos y gastos operacionales, como: publicidad, costos de materia prima, costos indirectos de fabricación, depreciación, entre otras, este análisis se podría desarrollar con una regresión múltiple y determinar los pesos por cada uno con respecto a las ventas, información invaluable para la toma de decisiones sobre costos marginales y de oportunidad.

Grado de Apalancamiento Financiero (GAF)

Usando la ecuación (3) para calcular el GAF, se obtuvieron los datos de la Tabla 5. La media obtenida ($GAF_m = 2.3$), significa que por cada punto porcentual de cambio en las UAll generará un cambio de 2.3 puntos en la utilidad por acción. En otras palabras, si se incrementan o disminuyen las UAll en un 15 %, producirá una variación porcentual de la utilidad por acción del 34.5 %.

Tabla 5. GAF del sector de Químico para el periodo de análisis 2000-2009

Período	UAI	GAF
2009	1 787 527.0	-10.8
2008	2 209 325.0	4.7
2007	1 382 476.0	1.1
2006	1 309 971.0	2.4
2005	1 132 627.0	2.2
2004	9 369.0	0.0
2003	664 259.0	3.6
2002	77 156.0	-0.1
2001	562 703.0	6.5
2000	553 754.0	13.8
Media	1 015 045.9	2.3
Desviación Estándar	705 339.14	5.84
Máximo	2 209 325.00	13.75
Mínimo	9 369.00	-10.82

Llamó la atención la desviación estándar de 5.84, determinando un intervalo de variación del GAF [-3.51; 8.17], lo cual implicó una gran dispersión del índice en el periodo de análisis.

Grado de Apalancamiento Operativo (GAO)

El GAO fue calculado usando la ecuación (4), y sus resultados se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Grado de Apalancamiento Operativo Periodo 2000-2009

Período	UAI	GAO
2009	2 402 088.0	2.8
2008	3 017 415.0	2.4
2007	1 128 975.0	4.1
2006	1 097 525.0	3.9
2005	880 153.0	4.6
2004	641 419.0	5.5
2003	385 847.0	7.5
2002	530 679.0	5.3
2001	335 440.0	7.7
2000	356 580.0	6.4
Media	1 077 612.1	5.02
Desviación Estándar	871 650.295	1.72
Máximo	3 017 415	7.7
Mínimo	335 440	2.4

Los datos consignados en la Tabla 6, permiten afirmar que el grado de apalancamiento operativo del sector Químico, en el periodo 2000-2009, se ha comportado entre los valores [2.4 y 7,7] como mínimo y máximo, lo que representa como en el peor de los años, 2008, cada peso invertido en costos fijos, generan un efecto expansivo de 2.36 en las UAII.

Riesgo Total

Por su parte el riesgo total, denominado igualmente riesgo estructural, combina el riesgo operativo y el financiero sacando una proporción entre los costos y gastos fijos –operativos y financieros- y el margen de contribución total, este indicador se expresa mediante la Ecuación (5).

Su aplicación, se muestra en la Tabla 7, donde se infiere que el sector Químico, con la estructura desarrollada en la última década presenta un riesgo total promedio del 74,16 % de no poder cumplir sus costos y gastos fijos, tanto operativos como financieros, el mayor riesgo de la década se enfrentó en el año 2001 con una proporción del 86.33 % y el mínimo fue de 57.75 % en el año 2000, en el año 2009 se ubica por encima del promedio en 74.99 %.

Tabla 7. Muestra el riesgo total del sector Químico en el periodo 2000-2009

	Ingresos operacionales	Margen Contribución	Costos y Gastos Operativos	Gastos Financieros	Riesgo Total
Año 2009	17 162 347	5 956 708	4 440 890	26 237	74.99 %
Año 2008	16 925 456	6 167 681	3 998 253	28 547	65.29 %
Año 2007	10 795 706	4 314 602	3 283 327	181	76.10 %
Año 2006	10 308 192	4 045 224	2 771 850	45	68.52 %
Año 2005	9 368 189	3 792 274	2 997 329	0	79.04 %
Año 2004	8 444 128	3 352 091	2 705 797	0	80.72 %
Año 2003	7 343 881	2 749 285	2 173 937	0	79.07 %
Año 2002	6 542 758	2 646 060	1 952 698	0	73.80 %
Año 2001	6 071 346	2 457 867	2 121 783	0	86.33 %
Año 2000	5 234 337	2 156 980	1 245 744	0	57.75 %
Media	9 819 634	3 763 877.2	2 769 160.8	5 501	74,16 %
Desviación	3 995 463	1 330 650.277	915 783.58	10 957.81	7,90 %
Máximo	17 162 347	6 167 681	4 440 890	28 547	86,33 %
Mínimo	5 234 337	2 156 980	1 245 744	0	57,75%

Desde el punto de vista de la Ecuación 7, en el evento de que el indicador de riesgo total supere el 100 %, estaríamos hablando de certeza y técnicamente la empresa tendría insolvencia técnica al no poder enfrentar sus costos y gastos fijos totales. Un análisis más cercano a la experticia y cultura financiera de los empresarios pymes, permite argumentar, como en el periodo de estudiado, los costos fijos operativos y financieros representan el 74.16 % de las ventas totales, por lo tanto, el complemento que sería el margen de contribución y que representa el riesgo total, asciende a un 25.84 %. En la medida en que dicho porcentaje aumente, se disminuye el riesgo, debido a una menor presión para cubrir los costos y gastos fijos.

Riesgo sobre el comportamiento de la rentabilidad

Con los datos de la Tabla 1, es posible calcular la volatilidad de las diferentes márgenes del negocio y de la rentabilidad del patrimonio y del activo, para posteriormente determinar el riesgo operativo del sector. Dicho riesgo aquí es calculado usando un ratio entre la desviación estándar de los rendimientos en el periodo 2000-2009 sobre el rendimiento promedio. Los cálculos se presentan en la Tabla 8, donde se observa cómo el margen operativo presenta una alta volatilidad que se traduce como un riesgo del 67.81 %.

Tabla 8. Cálculo de las volatilidades para los márgenes y las rentabilidades del periodo 2000-2009. Se utilizó promedio móvil para tres años y el riesgo se asocia como la desviación/promedio

	Promedios Móviles	Margen Bruto %	Margen Operativo	Margen Neto	ROI %	ROA %
Volatilidad Anual	2000-2003	3.89 %	25.25 %	34.35 %	36.38 %	37.79 %
	2001-2004	6.60 %	27.71 %	26.78 %	26.84 %	28.15 %
	2002-2005	6.90 %	24.31 %	26.86 %	26.93 %	28.11 %
	2003-2006	4.28 %	8.35 %	10.75 %	11.06 %	13.25 %
	2004-2007	2.85 %	3.71 %	8.70 %	10.05 %	7.07 %
	2005-2008	4.70 %	3.26 %	10.30 %	10.32 %	8.04 %
	2006-2009	4.78 %	15.83 %	14.18 %	20.96 %	16.21 %
	Media	4.86 %	15.49 %	18.85 %	20.36 %	19.80 %
	Desviación	1.45 %	10.50 %	10.25 %	10.30 %	11.68 %
Riesgo		29.79 %	67.81 %	54.40 %	50.57 %	58.98 %

Combinando este análisis con los resultados del modelo de regresión de la Tabla 4, podría decirse que el sector de productos químicos está expuesto a un alto riesgo, en primer lugar por la baja contribución marginal de los costos en el incremento de las ventas y la alta volatilidad del margen operativo (67.81 %); de la rentabilidad del activo (58.98 %) y del patrimonio (50.57 %).

Ahora, como el riesgo lo asociamos con la aleatoriedad del comportamiento del ROI del sector, lo podemos cuantificar determinando la desviación estándar de los rendimientos en el periodo 2000-2009 y lo dividimos por el rendimiento promedio, obteniendo un valor de 29 % para el ROI y del 30 % para el ROA (Tabla 9). Se puede inferir que el sector presenta un riesgo del 30 % en el comportamiento de su rentabilidad.

Tabla 9. Indicadores de Rentabilidad periodo 2000-2009

Indicadores	Indicadores de Rentabilidad				
	Margen Bruto %	Margen Operacional %	Margen Neto %	ROI %	ROA %
2000	40.36	9.79	2.82	5.00	2.75
2001	39.71	8.67	4.48	8.19	4.7
2002	39.70	10.92	4.86	8.35	4.89

Indicadores de Rentabilidad					
Indicadores	Margen Bruto %	Margen Operacional %	Margen Neto %	ROI %	ROA %
2003	36.86	8.43	3.89	6.69	3.98
2004	39.04	10.41	5.31	9.16	5.68
2005	40.13	11.33	5.85	10.06	6.26
2006	39.06	11.95	7.07	12.51	7.46
2007	39.62	12.08	7.18	12.75	7.72
2008	36.59	13.02	7.23	13.69	8.02
2009	34.86	10.39	5.72	9.99	6.28
Promedio	38.59	10.70	5.44	9.64	5.77
Desviación	1.84	1.47	1.48	2.77	1.72
Desviación/ Promedio	4.77	13.74	27.21	28.73	29.81
Máximo	40.36	13.02	7.23	13.69	8.02
Mínimo	34.86	8.43	2.82	5.00	2.75

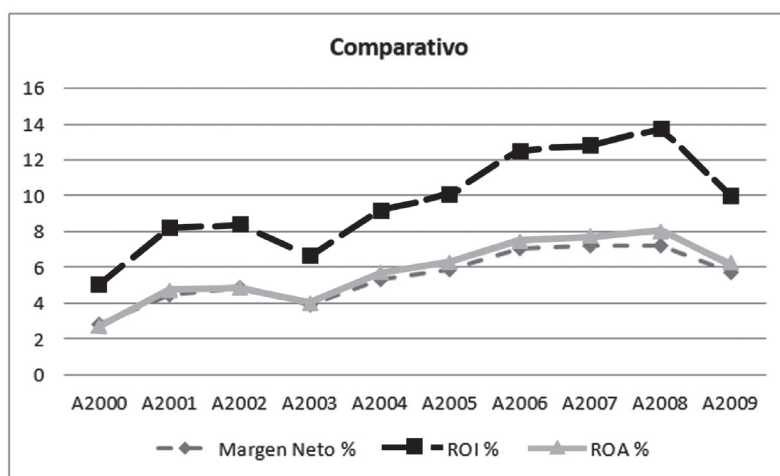


Figura 2. Tendencia de la rentabilidad de la inversión ROI y del activo ROA, en el periodo 2000-2009.

En la Figura 2 se ve la cercanía del ROA con el Margen Neto, y un poco más alto, el ROI, pero en general, las tendencias son similares.

Riesgo País

Se calcula acorde con la diferencia de tasa que pagan los bonos denominados en dólares, emitidos por países en vía de desarrollo, y los Treasury Bills de Estados Unidos, considerados “libres” de riesgo, obtenidas de Morgan (2011). La Tabla 10, presenta el índice de riesgo país para los países emergentes, donde se observa que Colombia presenta un riesgo país del 47.9 %, aunque siendo alto, es el tercero más bajo entre los países analizados. Es claro que frente a este tipo de riesgo no

hay acciones concretas por parte de las empresas, una vez que éste depende del comportamiento de variables macroeconómicas, exógenas a las empresas.

Tabla 10. Índice de Riesgo-País de los países emergentes periodo 2000-2009

Año	Venezuela	Argentina	Ecuador	Brasil	Panamá	Colombia	Perú	México	Chile
2009	1034	663	775	196	175	201	169	165	97
2008	1862	1697	4720	417	516	474	509	362	336
2007	506	409	614	222	184	195	178	149	151
2006	185	223	920	196	148	151	120	98	83
2005	318	504	669	311	246	238	206	126	80
2004	411	4703	690	382	290	332	220	166	66
2003	613	5626	840	468	439	435	318	199	84
2002	1042	6303	1796	1445	446	645	621	232	125
2001	1163	4404	1186	911	411	568	472	308	152
2000	856	766	3744	749	441	693	513	392	
Promedio	799	2530	1595	530	330	393	333	220	130
Desviación	475	2308	1376	379	129	188	171	96	78
Desviación/ promedio	59,5%	91,2%	86,2%	71,5%	39,1%	47,9%	51,3%	43,8%	60,1%

Fuente: Morgan (2011).

De las estimaciones anteriores, se deducen los siguientes valores obtenidos sobre las medidas de riesgo con mayor similitud, para el sector Químico de Colombia:

- Riesgo operacional del análisis de regresión: 38.69 % - 42.5 %.
- Riesgo derivado de ROI - 28.7 % y de ROA - 29.81 %.
- Riesgo total: 25.84 %.
- Riesgo país - 47.9 %.

Las medidas de riesgo derivados de los índices GAF y GAO, resultaron tener escalas no comparables con los valores de riesgo anteriores.

De aquí es posible notar que la estimación propuesta sobre el riesgo financiero derivado del modelo de regresión es concordante con la aproximación al valor derivado del ROI y del ROA, así como el Riesgo País. Esta propuesta es entonces una forma de medir dicho indicador de una manera estadísticamente razonable, con pocos datos, para una Pyme.

4. Discusión

Este trabajo complementa el análisis cuantitativo del riesgo operativo realizado por Restrepo et al. (2014), donde se modelan las volatilidades de los principales índices financieros de rentabilidad, endeudamiento, liquidez y eficiencia en el sector Químico en Colombia, usando un análisis jerárquico de procesos para identificar el peso de tales índices y medir el riesgo operativo de la industria mediante una clasificación que los pondera como severo, moderado o bajo; luego se recurrió a un análisis de series de tiempo para predecir los ratios de la industria y con el uso de un modelo de programación lineal se eligió el método que minimiza el error del pronóstico y predecir el riesgo. En este trabajo se usa una metodología más simple para ser usada con mayor practicidad, agilidad y menor tiempo de cálculo y además requieren menor información histórica. Las medidas propuestas logra el objetivo de establecer una información a priori para la toma de decisiones, que permitan, evaluar el riesgo en relación a la rentabilidad, fortaleciendo el resultado con otras herramientas. Por ejemplo, teniendo numerosos datos para una serie de tiempo representativa, sería factible medir los niveles de apalancamiento operativo, financiero y total y determinar la volatilidad de estos índices, posibilitando cuantificar el riesgo comercial y financiero asociando éstos al cálculo de la volatilidad, sin embargo el presente análisis aporta en metodología, para la construcción, comprensión y acercamiento a la cuantificación del riesgo comercial y financiero de los empresarios pymes.

5. Conclusiones

Integrando los riesgos analizados: el operacional, el financiero-estructural, el riesgo sobre el comportamiento de los rendimientos de la inversión y el riesgo país, se puede desarrollar un análisis de riesgo financiero de una pyme o sector, y establecer un nivel de rendimiento que compense ese riesgo. Es posible, con poca información y a través de la aplicación de diferentes herramientas, calcular el riesgo operacional, financiero-estructural y el riesgo del rendimiento de la inversión, para proponer estrategias de mitigación encaminadas a la reducción de costos y gastos, y a la estabilización de los rendimientos obtenidos. El presente estudio de una muestra del sector Químico colombiano, se configura como una herramienta a priori, útil para empresarios pyme, en la medición de los riesgos inherentes a su actividad económica.

El riesgo es inherente a toda actividad humana, el quehacer empresarial no es ajeno a esta realidad y se requiere de líderes y estrategias que desempeñen un papel proactivo en el diseño de las estrategias para el desempeño empresarial. En este sentido, la metodología propuesta aduce la medición del riesgo financiero para facilitar tomar decisiones y mejorar el desempeño empresarial. Con base en la técnica de regresión, se presenta un método de fácil comprensión y aplicación para determinar el riesgo financiero y total en empresas pymes; estos riesgos son inherentes a la dinámica propia de la empresa y su constante interrelación con el entorno. De manera que este trabajo logra un análisis de causalidad entre el riesgo operacional y la capacidad de la empresa para cubrir los costos y gastos fijos de operación y financiación; y asocia los riesgos financieros con la

probabilidad de no cubrir los gastos fijos asociados con la estructura operativa y de capital de la pyme. Por su lado el riesgo total, denominado igualmente riesgo estructural, combina el riesgo operativo y el financiero derivando una proporción entre los costos y gastos fijos – operativos y financieros- y el margen de contribución total; constituyéndose en la agregación de los anteriores, como se ilustra a través del estudio de caso del sector químico.

El riesgo se encontró asociado con la aleatoriedad del comportamiento del ROI del sector, por ello fue posible su cuantificación determinando el ratio entre la desviación estándar de los rendimientos en el periodo de análisis dividida por el rendimiento promedio, lo cual da un riesgo de 29 % para el ROI y del 30 % para el ROA, sin diferir en gran escala del riesgo operativo obtenido por la estimación de regresión. Se puede inferir que el sector Químico presenta un riesgo aproximado del 30 % en el comportamiento de su rentabilidad.

La medida propuesta es de fácil comprensión para empresas pequeñas, logrando el objetivo de establecer una información a priori para la toma de decisiones, que permitan, evaluar el riesgo en relación a la rentabilidad, fortaleciendo el resultado con otras herramientas. Por ejemplo, teniendo numerosos datos para una serie de tiempo representativa, sería factible medir los niveles de apalancamiento operativo, financiero y total y determinar la volatilidad de estos índices posibilitando cuantificar el riesgo comercial y financiero asociando éstos al cálculo de la volatilidad, sin embargo, el presente análisis aporta en metodología, para la construcción, comprensión y acercamiento a la cuantificación del riesgo comercial y financiero de los empresarios pymes.

6. Conflicto de intereses

Los autores de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses sobre el trabajo presentado.

Referencias

- Acín, J. (1996). Estructura financiera y crecimiento de las PYMES. *Economía industrial*, (310), 29-40.
- Akkizidis, I. & Bouchereau, V. (2006). *Guide to optimal operational risk and BASEL II*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC.
- Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF). (2011). [www.anif.co](http://anif.co). Recuperado de <http://anif.co/investigaciones-especiales>
- Aue, F. & Kalkbrener, M. (2007). *LDA at work*. Working Paper: Deutsche Bank AG.
- Baud, N., Frachot, A. & Roncalli, T. (2002). *How to avoid over-estimating capital charge for operational risk*. Working Paper: Groupe de Recherche Opérationnelle, Crédit Lyonnais, France.
- Bhunia, A. & Mukhuti, S. (2012). Financial risk measurement of small and medium-sized companies listed in Bombay stock exchange. *International Journal of Advances in Management and Economics*, 1(3), 27-34.

- Böcker, K. & Klüppelberg, C. (2008). Modelling and measuring multivariate operational risk with Lévy copulas. *The Journal of Operational Risk*, 3(2), 3-27.
- Camisón, C. y De Lucio, J. (2010). La competitividad de las PYMES españolas ante el reto de la globalización. *Economía industrial* (375), 19-40.
- Cazorla, P. (2004). Problemática Financiera de la PYME: Análisis teórico de los factores determinantes. IX Foro Iberoamericano de Sistemas de Garantías. Universidad de Almería.
- Celaya, R. y López, M. (2004). ¿Cómo determinar su riesgo empresarial?. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, (52), 68-75.
- Chernobai, A. & Rachev, S. (2006). Applying robust methods to operational risk modeling. *Journal of Operational Risk*, 1(1), 27-41.
- De Basilea, C. D. S. B. (2004). Convergencia internacional de medidas y normas de capital. Banco de Pagos Internacionales, Basilea.
- Cruz, M. (2004). *Operational risk modelling and analysis: Theory and practice*. London: Incisive Media Investments Limited - Book Risk.
- Dutta, K. & Perry, J. (2006). A tale of tails: an empirical analysis of loss distribution models for estimating operational risk capital. *Working Paper: Federal Reserve Bank of Boston*, 06(13).
- Degen, M., Embrechts, P. & Lambrigger, D. (2007). The quantitative modeling of operational risk: between g-and-h and EVT. *Astin Bulletin*, 37(2), 265-291.
- Embrechts, P., Nešlehová, J. & Wüthri, M. (2009). Additivity properties for Value-at-Risk under Archimedean dependence and heavy-tailedness. *Insurance: Mathematics and Economics*, 44(2), 164-169 .
- Frachot, A., Georges, P. & Roncalli, T. (2001). Loss Distribution Approach for operational risk. Working Paper, Crédit Lyonnais, Groupe de Recherche Opérationnelle.
- Frachot, A., Moudoulaud, O. & Roncalli, T. (2003). *Loss distribution approach in practice*. Working Paper: The Basel Handbook: A Guide for Financial Practitioners.
- Fu, G., Fu, W. & Liu, D. (2012). Empirical study on financial risk factors: Capital structure, operation ability, profitability, and solvency-evidence from listed companies in China. *E3 Journal of Business Management and Economics*, 3(5), 173-178.
- García, O. (2009). *Administración Financiera: Fundamentos y Aplicaciones* (4ta. ed.). Medellín.
- Gitman, L. (2003). *Principios de Administración Financiera*. México: Pearson Education.
- González, M. (2004). *Análisis del Nuevo acuerdo de capitales de Basilea II. Pyme Risk, Country Risk and Operational Risk*. Madrid: Universidad San Pablo CEU.
- Hernández, I. (2004). La Competitividad e innovación de las pequeñas y medianas empresas (PYMES): Una Visión institucional desde la mesoeconomía. *Revista Javeriana*, 20-27.
- Jorion, P. (2000). *Value at Risk: the New Benchmark For Managing Financial Risk*. Mc-GrawHill.

- Marshall, C. & Marshall, D. (2001). *Measuring and managing operational risks in financial institutions: tools, techniques, and other resources*. John Wiley & Sons.
- Mascareña, J. (2008). *Riesgo Económico y Financiero*. (Tesis de Grado). Madrid.
- Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuadernos Administración*, 19, 195-223.
- Mendoza, M. y Castillo M. (2008). Diseño de una metodología para la identificación y la medición del riesgo operativo en instituciones financieras. *Revista Universidad de Los Andes*, 45-52.
- Morgan J. (2011). www.jpmorgan.com/pages/jpmorgan. Recuperado de <http://www.jpmorgan.com/pages/jpmorgan>
- Ortiz, A. (2010). *Análisis Financiero Aplicado* (13ava. ed.). Bogota.
- Restrepo, M. (2009). *El Perfil Competitivo de las PYMES de Confecciones del Valle del Aburrá* (1ra. ed.). Medellín, Colombia: Divergráficas Ltda.
- Restrepo, J., Díaz, J. & Ocampo, E. (2014). Operational Risk Analysis of Industrial Small and Medium Enterprises. *Global Journal of Business Research*, 8(2), 65-80.
- Revista Dinero. (2011). *5000 Empresas*. Bogotá.
- Shevchenko, P. & Wüthrich, M. (2009). The structural modelling of operational risk via Bayesian inference: Combining loss data with expert opinions. arXiv preprint arXiv:0904.1067.
- Van Horne, J. & Wachowicz, J. (2002). *Fundamentos de administración financiera*. Pearson Educación.