



Indicadores económicos bajo el enfoque de la lógica borrosa en el sector industrial de Cuenca-Ecuador

Economic indicators under the fuzzy logic approach in the industrial sector of Cuenca-Ecuador

Indicadores econômicos sob o enfoque da lógica fuzzy no setor industrial de Cuenca-Ecuador

Kléber Antonio Luna-Altamirano ^I
klunaa@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-4030-8005>

Marcos Eduardo Cantos-Ochoa ^{II}
educan1973@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3340-5085>

José Alciviades Guzmán-Ávila ^{III}
joseguzman581@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0003-3203-083X>

Correspondencia: klunaa@ucacue.edu.ec

Ciencias Económicas y Empresariales
Artículo de investigación

***Recibido:** 30 de enero de 2020 ***Aceptado:** 15 de febrero de 2021 * **Publicado:** 01 de marzo de 2021

- I. Licenciado en Economía y Finanzas, Economista, Magister en Administración de Empresas Mención en Recursos Humanos y Marketing, Ecuador.
- II. Técnico Superior en procesamiento Especialización Analista en Sistemas de Computación, Ingeniero Empresarial, Magister en Auditoría Integral, Ecuador.
- III. Economista, Especialista en Docencia Universitaria, Diploma Superior En Gerencia De Gobiernos Seccionales, Master en Desarrollo Emprendedor e Innovación, Ecuador.

El presente artículo pertenece al proyecto de investigación titulado: “Sistema de indicadores económico-financiero con base en la metodología de la lógica difusa para el impulso de la productividad, competitividad y sustentabilidad en el sector industrial de Cuenca-Ecuador”, aprobado en la séptima convocatoria CIITT realizado por la Universidad Católica de Cuenca, para el período 2020-2022

Resumen

El sector industrial de Cuenca-Ecuador, representan el desarrollo económico de este cantón, estas empresas industriales a nivel de indicadores, realizan sus cálculos desde el esquema tradicional, lleno de subjetividad e incertidumbre. El objetivo del estudio es presentar una forma de estimación de los indicadores económicos como la tasa interna de rendimiento (TIR) y el valor actual neto (VAN), con el apoyo de herramientas de avanzada que ofrece la lógica borrosa, ello permite reducir la incertidumbre dentro del cálculo de estos parámetros. En el plano metodológico, su enfoque se direcciona al cuantitativo a través de la opinión de expertos de las organizaciones de este sector, con la finalidad de desarrollar las técnicas del expertizaje, contraexpertizaje, números borrosos triangulares e intervalos de confianza, instrumentos propios que ofrece la lógica borrosa. Los resultados explican que la TIR y VAN se encuentran entre un intervalo de confianza (banda), esto significa que cualquier valor localizado dentro de esta banda, representa rentabilidad a la inversión. Con este aporte, se demuestra la importancia de la aplicación de estos instrumentos de avanzada, para una mejor gestión económica y financiera de estas organizaciones.

Palabras Clave: Indicadores económicos; intervalos de confianza; lógica borrosa; números borros triangulares.

Abstract

O setor industrial de Cuenca-Ecuador, representa o desenvolvimento econômico deste cantão, essas empresas industriais ao nível dos indicadores, realizam seus cálculos a partir do esquema tradicional, cheio de subjetividade e incerteza. O objetivo do estudo é apresentar uma forma de estimar indicadores econômicos como a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL), com o apoio de ferramentas avançadas que a lógica fuzzy oferece, que permite reduzir a incerteza no interior o cálculo desses parâmetros. Ao nível metodológico, a sua abordagem dirige-se ao quantitativo através da opinião de especialistas das organizações do sector, a fim de desenvolver as técnicas de expertise, contra-expertise, números fuzzy triangulares e intervalos de confiança, instrumentos proprietários oferecidos pela fuzzy lógica. Os resultados explicam que a TIR e o VPL estão dentro de um intervalo de confiança (banda), ou seja, qualquer valor localizado dentro dessa banda representa um retorno do investimento. Com esta contribuição, fica

demonstrada a importância da aplicação desses instrumentos avançados, para uma melhor gestão econômico-financeira dessas organizações.

Palavras-chave: Indicadores econômicos; intervalos de confiança; lógica difusa; números difusos triangulares.

Resumo

O setor industrial de Cuenca-Ecuador, representa o desenvolvimento econômico deste cantão, essas empresas industriais ao nível dos indicadores, realizam seus cálculos a partir do esquema tradicional, cheio de subjetividade e incerteza. O objetivo do estudo é apresentar uma forma de estimar indicadores econômicos como a taxa interna de retorno (TIR) e o valor presente líquido (VPL), com o apoio de ferramentas avançadas que a lógica fuzzy oferece, que permite reduzir a incerteza no interior o cálculo desses parâmetros. Ao nível metodológico, a sua abordagem dirige-se ao quantitativo através da opinião de especialistas das organizações do sector, de forma a desenvolver as técnicas de expertise, contra-expertise, números fuzzy triangulares e intervalos de confiança, instrumentos proprietários oferecidos pela lógica difusa. Os resultados explicam que a TIR e o VPL estão dentro de um intervalo de confiança (banda), ou seja, qualquer valor localizado dentro dessa banda representa o retorno do investimento. Com esta contribuição, fica demonstrada a importância da aplicação desses instrumentos avançados, para uma melhor gestão econômico-financeira dessas organizações.

Palavras-chave: Indicadores econômicos; intervalos de confiança; lógica difusa; números difusos triangulares.

Introducción

La lógica borrosa, ofrece instrumentos de avanzada para el cálculo de indicadores económicos como la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN), con la finalidad de romper la imprecisión y subjetividad en la información. El problema de la presente investigación es el desconocimiento de la aplicación de nuevas herramientas análisis de la factibilidad económica dentro de una inversión por parte de las empresas del sector industrial de la ciudad de Cuenca-Ecuador.

El objetivo es entregar a estas organizaciones una metodología nueva a través del desarrollo de Números Borrosos Triangulares (NBT), estos permitirán obtener indicadores económicos

apegados a la realidad, en tal sentido, los autores Kaufmann y Gil-Aluja (1987) explican que un Número Borroso Triangular (NBT), es un subconjunto borroso formado por una secuencia finita e infinita de intervalos de confianza, que surgen de asignar un nivel de confianza a los valores de un conjunto referencial dado, esto es lo que define su grado de pertenencia. Se completa este cálculo por medio de la aplicación de intervalos de confianza (bandas), con la finalidad de reducir la incertidumbre determinando el valor de mayor probabilidad de ocurrencia del fenómeno. Casanovas y Fernández (2003) afirman: “Podemos definir a un intervalo de confianza como un dato incierto que sirve para predecir el valor de cierta variable entre dos extremos, uno inferior y uno superior” (p.20).

En el plano metodológico, su enfoque se direcciona al cuantitativo a través de la opinión de expertos de las organizaciones de este sector, con la finalidad de desarrollar las técnicas del expertizaje, contraexpertizaje, números borrosos triangulares e intervalos de confianza, en donde se admitirá la linealidad de los niveles de presunción o alfa cortes entre los valores que lo precisen. Estas herramientas de vanguardia que ofrece la lógica borrosa, permite acotar la incertidumbre y con ello se trata de reducir el riesgo empresarial, pues esta inseguridad se ve siempre reflejado en los proyectos de inversión que realizan las empresas; con este aporte, la alta gerencia de las organizaciones del sector industrial, podrán tomar decisiones con mayor claridad a nivel de factibilidad económica. El autor, Gutiérrez (2006) sostiene: “que es inevitable la aplicación de la lógica borrosa a los problemas de la gestión económica y financiera crezca en importancia en los próximos años” (p.84). Por su parte, Muñoz y Avilés (2014) afirman: “razón por la cual, la incursión de la lógica difusa en los esquemas que tradicionalmente han sido utilizados para enfrentar los problemas de decisión en el ámbito de la actividad empresarial, es cada vez más amplia; enriqueciendo la ciencia administrativa (p.69).

El propósito del estudio es desarrollar herramientas de avanzada propias de la lógica borrosa, y presentar a los empresarios del sector industrial, con la finalidad de tratar de potenciar la gestión económica de sus empresas y, por consiguiente, mejorar el proceso de toma de decisiones.

Estado del arte

El realizar un análisis de rentabilidad es muy importante, ya que con él se mide la factibilidad de invertir en una inversión dentro de una empresa, por ello algunos autores aportan con sus estudios,

para el desarrollo de herramientas de avanzada que ofrece la lógica borrosa, entre ellos. Medina (2006), realiza una reflexión sobre el uso de modelos tradicionales para la toma de decisiones financieras, explica que estos no captan de forma clara las dinámicas del comportamiento de los mercados, basado en este enfoque, recopila fenómenos económicos y financieros con toda su imprecisión para tratarlos matemáticamente, toda inversión, está sujeta a riesgos, y muy en especial al riesgo financiero, el cual puede conllevar a la no factibilidad del emplazamiento.

El autor, Nava (2009) analiza la importancia del análisis financiero como herramienta clave para una gestión financiera eficiente, explica que este se basa en el cálculo de indicadores financieros que expresan la liquidez, solvencia, eficiencia operativa, endeudamiento, rendimiento y rentabilidad de una empresa, considera que una empresa con liquidez es solvente pero no siempre una empresa solvente posee liquidez, indica que el análisis financiero basado en cifras ajustadas por inflación proporciona información financiera válida, actual, veraz y precisa. Arimany et al. (2016) presentan los principales indicadores económicos y financieros para poder diagnosticar la salud de estas empresas en el periodo 2008-2013 mediante un análisis a corto y largo plazo, un análisis de los resultados y un análisis de los cambios patrimoniales y de los flujos de efectivo de las empresas vinícolas, también realizan una comparativa con las empresas vinícolas catalanas para el mismo periodo.

En términos de la lógica borrosa, esta nace en el año 1965 de la mano de Lotfi Asker Zadeh con su publicación "Fuzzy Sets", adoptándose los conceptos de la lógica y de los subconjuntos borrosos, a través de la definición de grados de pertenencia. Otros autores como Kaufmann y Gil (1986). Introducción de la teoría de subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas. Rico y Tinto (2008) explica sobre la matemática borrosa y su utilización en varios modelos, para diferentes casos de aplicación en las ciencias económicas y administrativas, permiten señalar la importancia que cobra, para efectos de mejorar el tratamiento y la calidad de la información contable y financiera al igual que los procesos de toma de decisiones, la incorporación de variables como la subjetividad, la borrosidad y la imprecisión, en la construcción, diseño y estudio de dinámicas asociables a los sistemas de información. Milanesi (2015), expone el planteamiento de la tasa interna de rendimiento promedio (TIRP) con enfoque de la matemática borrosa (fuzzy) como método para determinar rendimientos bajo situaciones de ambigüedad, plantea el valor actual (VA) en el ordenamiento de proyectos frente a situaciones conflictivas.

Por su parte, Briozzo et al (2011), explican el análisis y empleo de las herramientas financieras tradicionales de evaluación de proyectos (VAN, TIR, TIRM, índice de rentabilidad y período de recuperación descontado), bajo el marco de la matemática borrosa, presentando ventajas y limitaciones para el análisis de dos casos de patrones de flujos de fondos: proyecto de inversión con flujos convencionales y proyecto de inversión con flujos no convencionales. Luna y Sarmiento (2019), explican el desarrollo de herramientas de la lógica difusa para el cálculo de indicadores económicos para las empresas industriales del sector de muebles de madera, con la finalidad de reducir la incertidumbre y que las estimaciones de acerquen lo más posible a la realidad.

Con el aporte de los autores descritos, la investigación cobra importancia en el desarrollo de herramientas de avanzada, con la finalidad de entregar al sector industrial esta nueva forma de cálculo de los indicadores de rentabilidad, con el propósito de tratar de potenciar la gestión económica de sus empresas y, por consiguiente, mejorar el proceso de toma de decisiones.

Metodología

La investigación se inserta en el plano cuantitativo, a través del desarrollo de herramientas de lógica borrosa como las técnicas del expertizaje y contraexpertizaje, números borrosos triangulares e intervalos de confianza. En un estudio anterior se presentó el cálculo de la TMAR borrosa, esta está representado por el NBT [12,72%, 15,02%, 16,01%], se explicaba que número central es el grado máximo de presunción, éste no representa un promedio o punto medio entre los valores extremos; con esta nueva forma de estimación de este indicador económico, se demostraba que se puede reducir la incertidumbre y la imprecisión del cálculo tradicional.

A partir de esta estimación con la banda al 0,8 del α corte se presenta la TMAR borrosa representada por el NBT [14,56%, 15,02%, 15,22%], este indicador apoya para determinar la TIR y VAN borrosos, para ello se parte del siguiente flujo de caja.

Tabla 1: Flujos de Caja

CONCEPTO	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3
INGRESOS				
Ventas (metros cuadrados)		92367,00	94796,25	97289,39
Precio de venta		\$18,74	\$19,18	\$19,64
TOTAL DE INGRESOS		\$1.730.545,62	\$1.818.329,18	\$1.910.565,63
EGRESOS				
Costo variable unitario		\$13,68	\$14,00	\$14,34
Costos variables totales		\$1.263.392,87	\$1.327.479,66	\$1.394.817,31
Margen de contribución unitario		\$5,06	\$5,18	\$5,30
Margen de contribución total		\$467.152,75	\$490.849,52	\$515.748,32
Costos fijos		\$104.038,56	\$106.514,67	\$109.049,72
Antes de impuesto		\$363.114,20	\$384.334,84	\$406.698,60
Participación trabajadores		\$54.467,13	\$57.650,23	\$61.004,79
Impuesto a la renta		\$77.161,77	\$81.671,15	\$86.423,45
TOTAL EGRESOS		\$1.499.060,32	\$1.573.315,71	\$1.651.295,28
Capital de trabajo				\$374.765,08
Valor de salvamento				\$102.150,00
TOTAL INVERSIÓN	-\$720.000,00			
FLUJO NETO ANUAL	-\$720.000,00	\$231.485,30	\$245.013,46	\$736.185,44

Fuente: Elaboración propia

Como se mencionó anteriormente, se tiene ya la TMAR borrosa, este se calculó a partir de la consulta realizada a 15 expertos empresarios del sector industrial, y aplicando la escala endecadaria herramienta propia de la lógica borrosa, se obtuvo la información necesaria para desarrollar las técnicas del expertizaje y contraexpertizaje, esta se estructuró las veces necesarias con la finalidad de llegar a obtener la TMAR borrosa idónea, representado por el NBT [12,72%, 15,02%, 16,01%].

El valor actual neto (VAN) y la tasa interna de retorno o rendimiento (TIR), se calculan a través de los flujos de caja presentado en la tabla 1, para ello es necesario desarrollar las fórmulas de estos indicadores, y a través de trazos geométricos, se determinan el VAN y TIR borrosos.

(Ecuación 1)

$$\widetilde{VAN}_b = \left[\sum_{t=0}^n \frac{FEnp(\alpha)}{[1+K(\alpha)]^t}, \sum_{t=0}^n \frac{FEno(\alpha)}{[1+K(\alpha)]^t} \right]$$

(Ecuación 2)

$$\widetilde{TIR}_b = \left[-I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEnp(\alpha)}{(1+r)^t}, -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEno(\alpha)}{(1+r)^t} \right]$$

Desarrollando las formulas descritas (1) y (2), a través de alfa cortes con la utilización de números borrosos triangulares e intervalos de confianza, se tiene:

Tabla 2: VAN y TIR borrosos expresados en alfa-corte

INVERSION	- \$720.000,00		- \$1.500.000,00		
	α-CORTE	VAN (p)	VAN (o)	TIR (p)	TIR (o)
1		\$150.258,93	\$150.258,93	24,92%	24,92%
0,9		\$147.955,11	\$151.677,92	24,72%	25,03%
0,8		\$145.651,29	\$153.096,90	24,52%	25,15%
0,7		\$143.347,46	\$154.515,89	24,32%	25,26%
0,6		\$141.043,64	\$155.934,87	24,12%	25,37%
0,5		\$138.739,82	\$157.353,86	23,93%	25,49%
0,4		\$136.436,00	\$158.772,85	23,73%	25,60%
0,3		\$134.132,18	\$160.191,83	23,53%	25,71%
0,2		\$131.828,35	\$161.610,82	23,33%	25,82%
0,1		\$129.524,53	\$163.029,80	23,13%	25,94%
0		\$127.220,71	\$164.448,79	22,93%	26,05%

Fuente: Elaboración propia (2020)

Los cálculos tradicionales por lo general dejan un alto grado de imprecisión con aspectos subjetivos, dentro del análisis económico de una empresa, por ello se plantean supuestos que valoran la gestión empresarial dándole cierto grado de confianza al momento de tomar decisiones

correctas, es así como se hacen necesarias fórmulas que valoren problemas relacionados en condiciones de incertidumbre, con el propósito que los empresarios del sector industrial tomen mejores decisiones al momento de decir invertir o no en un nuevo producto.

Resultados

Los indicadores económicos estimados están representados por los números borrosos triangulares (NBT), siendo:

TMAR borrosa [14,56%, 15,02%, 15,22%],

VAN borroso [\$127.220,71, \$150.258,93, \$164.448,79];

TIR borroso [22,93%, 24,92%, 26,05%]

A un α corte del 0,8 los intervalos de confianza quedan de la siguiente manera:

TMAR [14,56%, 15,22%]

VAN [\$147.955,11, \$153.096,90]

TIR [24,52%, 25,15%]

Estos cálculos indican que cualquier valor que esté dentro de la banda son ideales para una mayor rentabilidad del proyecto, con ello la toma de decisiones por parte de la gerencia será de manera más eficiente para el mejoramiento de las empresas, en este caso del sector industrial de Cuenca.

Conclusiones

El desarrollo de herramientas de vanguardia que ofrece la lógica borrosa como son los números borrosos triangulares (NBT) e intervalos de confianza (bandas), permite desarrollar una nueva forma de cálculo para los indicadores económicos, llegando a obtener un VAN y TIR borrosos, estos brindan información desde la óptica de un intervalo de niveles de presunción entre 0 y 1, como mayor exactitud, rompiendo la incertidumbre en la información, con la finalidad de realizar la evaluación de la inversión de un nuevo emplazamiento.

Con el apoyo de estas herramientas de avanzada, la gestión de la incertidumbre se observa desde otro nivel de análisis, con ello el cálculo tradicional deja poca importancia en su tratamiento, esta nueva forma de cálculo trata de reducir la imprecisión y subjetividad de la información, convirtiéndose en una limitación el momento de realizar el estudio de rentabilidad en proyectos

de inversión. Queda demostrado la importancia de la aplicación de los instrumentos de la lógica borrosa dentro de la gestión económica y financiera, con esto se logra apartar esquemas que no corresponden a realidades que se vive en la actualidad, llenos de incertidumbre, imprecisión y subjetividad.

A través de este estudio, se entrega a los empresarios del sector industrial cuencano, una nueva visión de realizar un correcto análisis de la rentabilidad a futuro, logrando mejorar la toma de decisiones a nivel de directivos y gerencia y con ello acrecentar el desarrollo organizacional.

Referencias

1. Arimany, N., Farreras, A., y Rabaseda, J. (2016). Análisis económico financiero del sector vinícola de La Rioja en un entorno de crisis. *Intangible Capital*, 12(1): 268-294.
2. Briozzo, A., Pesce, G., y Villarreal, F. (2011), Evaluación de proyectos con herramientas borrosas. análisis de casos. *Cuadernos del CIMBAGE*, (13), 25-53.
3. Casanovas, M., y Fernández, A. (2003). La gestión de la tesorería en la incertidumbre. Madrid, España: Ediciones Pirámide.
4. Gutiérrez, J. (2006). Aplicación de los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión. *Ad-minister Revista de la Escuela de Administración*, 9, 62-85.
5. Kaufmann, A. y Gil, J. (1987). Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre. Barcelona, España: Hispano Europea.
6. Medina, S. (2006). Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. *Cuadernos de Administración*, 32 (19), 195-223.
7. Kaufmann, A. y Gil, J. (1986). Introducción de la teoría de subconjuntos borrosos a la
8. gestión de las empresas. Madrid, España: Milladoiro.
9. Luna, K., y Sarmiento, W. (2019). Evaluación económica bajo el enfoque difuso: Caso industrias de la ciudad de Cuenca-Ecuador. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(86), 547-562

10. Milanesi, G. (2016). La tasa interna de retorno promedio borrosa: desarrollos y aplicaciones. *Journal of Economics, Finance and Administrative Science*, (21), 39–47.
11. Muñoz, M., y Avilés, E. (2014). La incorporación de la lógica difusa al modelo Black-Scholes, para la determinación del precio de la opción cambiaria mexicana. *Revista Internacional Administración y Finanzas*, 7 (7), 55-73.
12. Nava, A. (2009). Análisis financiero: una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606-628.
13. Rico, M., y Tinto, J. (2008). Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables. *Revista de Contaduría*, (52), 199-214.

© 2020 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons

Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).