



Revista Venezolana de Gerencia
ISSN: 1315-9984
rvgluz@fces.luz.edu.ve
Universidad del Zulia
Venezuela

Evaluación económica bajo el enfoque difuso: Caso industrias de la ciudad de Cuenca- Ecuador

Luna Altamirano, Kléber Antonio; Sarmiento Espinoza, Henry William

Evaluación económica bajo el enfoque difuso: Caso industrias de la ciudad de Cuenca- Ecuador

Revista Venezolana de Gerencia, vol. 24, núm. 86, 2019

Universidad del Zulia, Venezuela

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29059356016>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 3.0 Internacional.

Evaluación económica bajo el enfoque difuso: Caso industrias de la ciudad de Cuenca- Ecuador

Economic evaluation under the diffuse approach: case of industries the city of Cuenca- Ecuador

Luna Altamirano, Kléber Antonio
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador
klunaa@ucacue.edu.ec

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=29059356016>

Sarmiento Espinoza, Henry William
Universidad Católica de Cuenca, Ecuador
wsarmiento@ucacue.edu.ec

RESUMEN:

Las empresas industriales de la ciudad de Cuenca-Ecuador, en especial los fabricantes de muebles de madera, plantean un crecimiento en producción, en donde se conoce el costo de inversión y los flujos de caja proyectados, para lo cual requieren de un análisis económico, no desde la óptica de la estática como tradicionalmente se determina, sino desde un ámbito de la dinámica. El objetivo es reducirla incertidumbre minimizando el riesgo, para obtener una rentabilidad cuya aproximación será lo más real. Dentro de la metodología se calculará una tasa interna de rendimiento y un valor actual neto, con el apoyo de la lógica difusa y con la utilización de números borrosos triangulares, los cuales operan como indicadores financieros bajo distintos niveles de presunción, mismos que permitirán a la gerencia de la industria la fabricación de muebles de madera de la ciudad de Cuenca-Ecuador, tomar decisiones correctas antes de invertir su capital y poner en riesgo a la empresa tanto en el aspecto económico como el financiero. Los resultados encontrados a través del centro de gravedad, indican valores pesimista y optimista, representado en intervalo de confianza; el Valor Actual Neto borroso se determina por medio de los flujos de caja, estos se encuentran entre la banda y se representan en valores positivos demostrando una recuperación de la inversión, se puede expresar que este indicador opera por medio de un nivel de presunción establecido, el cual refleja diferentes posibilidades para valorar una determinada inversión. Se demuestra la importancia de la aplicación de la lógica borrosa a los dilemas de gestión económica y financiera, rompiendo los esquemas que no se ajustan a la realidad palpante del mercado en la actualidad, lleno de ambigüedad, incertidumbre y verdades fragmentadas.

PALABRAS CLAVE: evaluación económica, tasa interna de rendimiento, valor actual neto, lógica difusa, mipymes manufactureras.

ABSTRACT:

The industrial companies of the city of Cuenca-Ecuador, especially the manufacturers of wooden furniture, they propose a growth in production, where the investment cost and the projected cash flows, for which they require an analysis economic, not from the standpoint of static as it is traditionally determined, but from an area of dynamics. The objective is to reduce uncertainty by minimizing risk, to obtain a return whose approximation will be the most real. Inside of methodology will calculate an internal rate of return and a net present value, with the support of fuzzy logic and with the use of triangular fuzzy numbers, which operate as financial indicators under different levels of presumption, which will allow industry management to manufacture wooden furniture in the city of Cuenca-Ecuador, make correct decisions before investing your capital and put in risk to the company both financially and financially. The results found through the center of gravity, indicate pessimistic and optimistic values, represented in confidence interval; the Blind Net Present Value is determined by medium of cash flows, these are between the band and are represented in values positive showing a recovery of the investment, it can be expressed that this indicator operates through an established presumption level, which reflects different possibilities to value a certain investment. The importance of the application of fuzzy logic to the dilemmas of economic and financial management, breaking the schemes that do not fit the palpable reality of the market today, full of ambiguity, uncertainty and fragmented truths.

KEYWORDS: economic evaluation, internal rate of return, net present value, diffuse.

1. INTRODUCCIÓN

La lógica difusa, ofrece a empresarios y gerentes herramientas de avanzada para el cálculo de la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN) en organizaciones de diversa índole. Desde la perspectiva

de la dinámica económica, el trabajar con Números Borrosos Triangulares (NBT), permitirá obtener indicadores financieros más reales, en el sentido que demuestren la factibilidad económica y financiera de las organizaciones y los productos y servicios que éstas elaboran y ofrecen. 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 (Kaufmann y GilAluja, 1987).

Con el aporte de estas herramientas de vanguardia, se estaría acotando la incertidumbre y reduciendo el riesgo empresarial; pues representan un elemento propio del desarrollo de las operaciones que realizan las empresas; las cuales se someten a riesgos constantes, cuya afectación podría estar marcada por factores diversos, pero, donde la capacidad de respuesta y el tamaño son elementos importantes de considerar. Al respecto, Mantilla (1998:16) indica como fundamental, el proceso de identificación, valoración y control de los riesgos asociados con todas las actividades que podrían ocasionar pérdidas para una entidad.

En lo que respecta a la realidad de las empresas fabricantes de muebles de madera en la ciudad de Cuenca Ecuador, manejan una demanda tanto en el mercado local como nacional y trabajan por el incremento de su producción mensual. Proyectan su realidad en un horizonte de tres años, por lo que necesitan conocer si los productos fabricados podrían ser rentables en el tiempo.

El problema radica en el desconocimiento por parte de artesanos de indicadores de rentabilidad que le permitan tomar decisiones sobre la base de datos reales. Bajo estas circunstancias, los administradores con su conocimiento, desarrollan la evaluación económica desde la óptica de la estática económica, es decir, aplican el mismo conocimiento técnico incierto, lo que limita exactitud en resultados y por ende en las decisiones.

Ante estos planteamientos, recobra importancia la aplicación de herramientas difusas en la evaluación económica de las empresas para determinar índices de rentabilidad y ante las posibilidades de reducir la incertidumbre. Al respecto, manifiesta Gutiérrez (2006:84) 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; 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 (Muñoz y Avilés, 2014:69).

En este sentido, se plantea como objetivo en esta investigación, evaluar desde la perspectiva económica y empleando herramientas que ofrece la lógica difusa la situación de las mipymes manufactureras de la ciudad de Cuenca Ecuador, en especial las dedicadas a la fabricación de muebles de madera. Esto con la finalidad de reducir la incertidumbre y minimizar el riesgo.

La investigación se conecta con el plano cuantitativo, poniendo en práctica herramientas de la lógica difusa, la utilización de números borrosos triangulares para calcular una tasa interna de rendimiento y un valor actual neto, indicadores financieros que bajo distintos niveles de presunción, permitirán a la alta gerencia tomar las decisiones correctas antes de invertir su capital y poner en riesgo las empresas tanto en el aspecto económico como el financiero.

Se calcula desde la perspectiva de la evaluación económica, una tasa interna de retorno borroso y un valor actual neto borroso, cuyos resultados serán más apegados a la realidad, ya que se opera con números borrosos triangulares. Con esto se demuestra la factibilidad de acrecentar la producción de mipymes manufactureras de la ciudad de Cuenca. La finalidad de la investigación es entregar herramientas de avanzada a los artesanos de muebles de madera, para el potenciar la gestión económica de sus empresas y, por consiguiente, mejorar el proceso de toma de decisiones.

2. LÓGICA DIFUSA: REVISIÓN DEL ESTADO DEL ARTE

La lógica difusa a través de sus múltiples herramientas, pretenden acotar la incertidumbre de manera apropiada, fortaleciendo el acontecimiento a futuro con el valor de seguridad conveniente. Algunos autores

entregan esta valiosa herramienta apoyados en la lógica borrosa, entre ellos, Muñoz et al, (2016), quienes desarrollan una propuesta para la evaluación económica y financiera con aplicación de la lógica difusa, cuyo propósito es minimizar el riesgo e incrementar los índices de rentabilidad.

Al respecto del riesgo financiero, Arias, Rave y Castaño (2006:275) lo asume como la incertidumbre asociada con el valor y/o retorno de una posición financiera, la incertidumbre no es más, que una situación general de desconocimiento del futuro, mientras que el riesgo, es la probabilidad de que ocurra un evento desfavorable, el riesgo está ligado a la incertidumbre sobre eventos futuros, lo que hace que resulte imposible eliminarlo por completo, por ello se deben elegir las mejores estrategias para tratar de controlarlo.

Las investigaciones realizadas para la administración de riesgos, han evolucionado de acuerdo con modelos planteados por los distintos autores, y han generado, una revolución en el estudio de las finanzas a partir de la globalización económica, provocando nuevas fuentes de riesgos y mayor volatilidad en los mercados financieros (Jorion, 2008:270).

Por otro lado, Briozzo et al (2011), analizan el 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.

Al respecto, Milanese (2015), plantea una 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. Proponiendo Arango (2012), un sistema de medición y análisis basado en el Balance Scorecard que incorpora técnicas de lógicas difusas para disminuir la incidencia de la incertidumbre en los procesos de toma y análisis de decisiones.

Sobre estos planteamientos, y orientados a la crítica sobre estos aspectos, Medina (2006), enfatiza la crítica a modelos tradicionales para la toma de decisiones financieras. Según el autor, 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.

Otros autores, apuntan sus estudios referentes al uso de números borrosos triangulares, como es el caso de Rondós et al (2016) quienes asumen el número borroso triangular “ratio acid-test mínima”. Por su parte Gutiérrez (2006) aplica los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión, mientras que Muela (2009) establece diferencias conceptuales entre la teoría de la posibilidad y los conjuntos difusos en la modelación de la incertidumbre.

El uso de números borrosos triangulares en el tratamiento de la incertidumbre en la empresa es conocido desde los inicios con la incorporación de la lógica fuzzy en los problemas empresariales (Kaufmann y Gil Aluja, 1986).

En este sentido, fue Zadeh (1965), Profesor de la Universidad de Berkeley quien impulsó la teoría de la lógica difusa, a través, de la combinación de los conceptos de Lukasiewicz mediante la definición de grados de pertinencia y, como una forma de explicar términos ambiguos, inexactos, o imprecisos, introduciendo un grado de incertidumbre con el propósito de obtener resultados más coherentes. De esta manera, nace la lógica difusa. Ciertos autores han aseverado la conceptualización de la incertidumbre, a través de la lógica borrosa (Reig y González, 2002:436), quienes afirman que la lógica borrosa se revela como un instrumento muy potente... al permitir por un lado, recoger la incertidumbre generada por el entorno de la empresa, y por el otro, tratar la subjetividad que implica toda opinión de expertos.

En cambio, Aguiar (2004) manifiesta que los escenarios de incertidumbre se determinarían, por el suceso de que no sólo se desconoce el resultado final, sino que no se puede predecir tampoco en términos de probabilidades objetivas.

Al respecto, Rico y Tinto, 2010) indican que estos sistemas de lógica borrosa al ser más flexibles y aceptar la imprecisión, la subjetividad y la vaguedad (incertidumbre) de los datos, permiten obtener soluciones efectivas para apoyar, de forma acertada, la toma de decisiones. Otros autores han publicado sus estudios enfocados en la lógica borrosa, como Kosko (1995) pensamiento borroso: la nueva ciencia de la lógica borrosa; Kaufmann y Gil-Aluja (1987) con su obra Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre, aportaron significativamente al conocimiento científico; Rico y Tinto (2008) Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables; y finalmente, Luna et al (2018) Estudio de rentabilidad para el lanzamiento de un nuevo producto aplicando el enfoque difuso.

3. EVALUACIÓN ECONÓMICA BAJO EL ENFOQUE DIFUSO EN INDUSTRIAS FABRICANTES DE MUEBLES DE MADERA

Con la información suministrada por los artesanos, considerados empresarios en la fabricación de muebles de madera en la ciudad de Cuenca Ecuador, se determina la inversión y los flujos de caja proyectados para el cálculo de TIR y VAN bajo el enfoque borroso. Al respecto, Baca (2013:208) define al Valor Presente Neto, como la suma de los flujos descontados en el presente, y, restar la inversión inicial equivalente a comprar todas las ganancias esperadas, contra todos los desembolsos necesarios para producir esas ganancias, en términos de su valor equivalente en este momento o tiempo cero. En lo referente a la TIR, el mismo autor Baca (2013:209), expresa que la tasa interna de rendimiento, es la tasa de descuento por la cual el VPN es igual a cero. Es la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial.

TABLA 1
Flujo de caja

CONCEPTO	Año 1				Año 2			Año 3	
VENTAS (UNIDADES)	48	50	53	52	55	58	57	61	64
PRECIO UNITARIO	1.425,00	1.500,00	1.575,00	1.456,35	1.533,00	1.609,65	1.488,39	1.566,73	1.645,06
COSTO VARIABLE UNITARIO	570,00	600,00	630,00	627,00	660,00	693,00	689,70	726,00	762,30
CONTRIBUCIÓN MARGINAL UNITARIA	795,00	900,00	1005,00	763,35	873,00	982,65	726,09	840,73	955,36
CONTRIBUCIÓN MARGINAL TOTAL	37.762,50	45.000,00	52.762,50	39.885,04	48.015,00	56.748,04	41.732,01	50.863,92	60.689,39
COSTOS FIJOS	475,00	500,00	525,00	522,50	550,00	577,50	574,75	605,00	635,25
ANTES DE IMPUESTO	37.237,50	44.500,00	52.287,50	39.307,54	47.465,00	56.225,54	41.096,76	50.258,92	60.114,64
IMPUESTO A LA RENTA 22%	8.192,25	9.790,00	11.503,25	8.647,66	10.442,30	12.369,62	9.041,29	11.056,96	13.225,22
RESULTADO NETO	29.045,25	34.710,00	40.784,25	30.659,88	37.022,70	43.855,92	32.055,47	39.201,96	46.889,42
FLUJOS DE CAJA	29.045,25	34.710,00	40.784,25	30.659,88	37.022,70	43.855,92	32.055,47	39.201,96	46.889,42

Fuente: Elaboración propia

Desde la dinámica económica, el VAN y TAN borroso, hacen que tome el camino con aproximación a lo real, para ello su cálculo será con el uso de números borrosos triangulares. Kaufmann y GilAluja (1987), explican que un número borroso triangular (NBT) está definido por tres cantidades: una por debajo de la cual no va a descenderse, otra en la que por encima no será posible alcanzar, y la tercera que representa el máximo nivel de presunción. La producción determinada para la empresa “A”, está dada únicamente para la fabricación de muebles de sala, ya que este producto es mayormente demandado, su elaboración se estima en 50 unidades, en base a la información suministrada por los expertos empresarios, se presenta el siguiente flujo de caja (Tabla 1).

Con respecto, al costo de capital, también llamado tasa mínima atractiva de rendimiento, la empresa debe obtener esta tasa sobre la inversión efectuada, con el propósito que su valor en el mercado no sufra alteración. Al respecto, Zúñiga y Soria (2009:544) expresan que la tasa de costo del capital (WACC del inglés weighted average cost of capital) es una tasa que pondera el costo de todas las fuentes de financiamiento de una empresa, incluyendo el costo de patrimonio, y el costo de obtener deudas de terceros. Para obtener cada una de estas tasas, los expertos empresarios suministraron información, y se aplicó la teoría del expertizaje y contraexpertizaje con la finalidad de reducir la incertidumbre.

3.1. Teoría del expertizaje y contraexpertizaje

Se entiende por expertizaje a la consulta realizada a un grupo definido de expertos en afinidad con un determinado tema, con la intención de acotar la incertidumbre. En este estudio, se considera experto, a los artesanos en la fabricación de muebles de madera, quienes opinaron sobre los porcentajes mínimos de rentabilidad que se podría obtener en una nueva producción de muebles de sala.

TABLA 2
Escala endecadaria

GRADO DE PRESUNCIÓN α	INCIDENCIA
0	No tiene importancia
0,1	Tiene mínima importancia
0,2	Tiene poca importancia
0,3	Tiene algo de importancia
0,4	Tiene una influencia importancia
0,5	Tiene importancia como no tiene importancia
0,6	Tiene bastante importancia
0,7	Tiene una importante importancia
0,8	Tiene mucha importancia
0,9	Tiene muchísima importancia
1	Máxima importancia

Fuente: Elaboración propia

La escala endecadaria es la herramienta más utilizada de la lógica difusa para reducir la entropía y ajustar los valores examinados. Sobre el particular, Kaufmann y Gil Aluja (1989:26) explican que la introducción de una valuación matizada entre 0 y 1 permite hacer intervenir niveles de verdad en la noción de incidencia. (...) Valores de 0 a 1 (la llamada valuación endecadaria). Loexpuesto se indica en la tabla 2:

TABLA 3
Opinión de los expertos

Nº	Tasa Pesimista (tp) 12%	Tasa Optimista (to) 16%
1	0,2	0,4
2	0,1	0,6
3	0,2	0,7
4	0,3	0,6
5	0,3	0,5
6	0,5	0,5
7	0,2	0,6
8	0,4	0,7
9	0,4	0,9
10	0,3	1,0
11	0,2	0,5
12	0,1	0,7

Fuente: Elaboración propia

Tomando como base la tabla 2, se consulta a un grupo de expertos artesanos en la fabricación de muebles de sala, quienes dan a conocer sobre la importancia de los porcentajes mínimos de rentabilidad o costo de capital, el intervalo para el año 1, se encuentra entre [12%, 16%], se solicitó la siguiente pregunta: ¿Qué importancia tiene la banda de las tasas mínimas atractivas de rendimiento con relación a la rentabilidad? Las opiniones de los doce expertos, se demuestra en la tabla 3.

Respecto a la tasa pesimista (tp) 0,1 se repiten una vez, 0,2 se repite cuatro veces, 0,3 tres veces y así sucesivamente hasta llegar a completar las 12 opiniones de los expertos. Con relación a la tasa optimista (to) 0,4 se repite una vez, 0,5 tres veces, continuando hasta completar el total de expertos, relacionado únicamente al año 1. El paso posterior es la normalización de la serie, radica en dividir los valores de la frecuencia alcanzados en cada grado de presunción de la escala endecadaria entre el número de expertos (12), en cada banda, para la tasa pesimista (tp) el valor $2 \div 12 = 0,17$; $4 \div 12 = 0,33$; y, $3 \div 12 = 0,25$, así sucesivamente, igual procedimiento se realiza para la tasa optimista (to). Posterior a ello se realiza la acumulación iniciando desde el final de la serie, hasta obtener la unidad, de ahí en adelante todos los valores serán uno en cada banda, como se demuestra en la tabla 4.

Rico y Tinto (2010:133) definen el contraexpertizaje como un procedimiento aritmético con base en los subconjuntos borrosos que permite disminuir la entropía en las variables o categorías estudiadas mediante la aplicación de la fórmula: $E_i + ([E_s - E_i] \times \text{expertón})$. En el presente estudio se considera la tasa pesimista y optimista, expresada por [tp to], el expertón se calcula a partir de la tabla 4 (acumulación de frecuencias). La fórmula se aplica al intervalo [12%, 16%] de la pregunta para el año 1, se obtiene: $tp + ([to - tp] \times \text{expertón})$

TABLA 4
Serie normalizada y acumulación de frecuencias

Grado de presunción α	Frecuencia		Normalización de la frecuencia		Acumulación de frecuencias	
	(tp)	(to)	(tp)	(to)	(tp)	(to)
0	0	0	0,00	0,00	1,00	1,00
0,1	2/12	0	0,17	0,00	1,00	1,00
0,2	4/12	0	0,33	0,00	0,83	1,00
0,3	3/12	0	0,25	0,00	0,50	1,00
0,4	2/12	1/12	0,17	0,08	0,25	1,00
0,5	1/12	3/12	0,08	0,25	0,08	0,92
0,6	0	3/12	0,00	0,25	0,00	0,67
0,7	0	3/12	0,00	0,25	0,00	0,42
0,8	0	0	0,00	0,00	0,00	0,17
0,9	0	1/12	0,00	0,08	0,00	0,17
1	0	1/12	0,00	0,08	0,00	0,08
TOTAL	12	12	1,00	1,00		

Elaboración propia

(Ecuación 1) $tp + ([to - tp] \times \text{expertón}) 12 + ([16 - 12] \times \text{expertón}) 12 + (4 \times \text{expertón})$. Realizado este cálculo, se determina las bandas contraexpertizadas, estas se suman y se dividen entre 10, que es el número del grado de presunción sin considerar el cero, el cual indica la reducción de la banda en lo que se refiere al costo de capital para el año 1. Lo explicado se muestra en la tabla 5.

TABLA 5
Valores del contraexpertizaje

Tabla 5 Valores del contraexpertizaje				
Grado de presunción α	Acumulación de frecuencias (expertón)		Bandas Contraexpertizadas	
	(tp)	(to)	(tp)	(to)
0	1,00	1,00	16,00	16,00
0,1	1,00	1,00	16,00	16,00
0,2	0,83	1,00	15,33	16,00
0,3	0,50	1,00	14,00	16,00
0,4	0,25	1,00	13,00	16,00
0,5	0,08	0,92	12,33 (+)	15,67 (+)
0,6	0,00	0,67	12,00	14,67
0,7	0,00	0,42	12,00	13,67
0,8	0,00	0,17	12,00	12,67
0,9	0,00	0,17	12,00	12,67
1	0,00	0,08	12,00	12,33
TOTAL			130,67/10	145,67/10
NUEVA BANDA			13,07	14,57

Fuente: Elaboración propia

Fuente: Elaboración propia

TABLA 6
Flujos de Caja y Costo de Capital (TMAR)

		AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3
PESIMISTA	$\tilde{FE}_1$	-70000	29.045,25	30.659,88	32.055,47
	$\tilde{k}$		13,07%	13,93%	14,57%
PROBABLE	$\tilde{FE}_2$	-70000	34.710,00	37.022,70	39.201,96
	$\tilde{k}$		13,45%	14,03%	14,96%
OPTIMISTA	$\tilde{FE}_3$	-70000	40.784,25	43.855,92	46.889,42
	$\tilde{k}$		13,95%	14,56%	15,97%

Elaboración propia

desarrollando esta herramienta se acota la entropía existente en la banda [13,07%, 14,57%], estas tasas se volvieron a contraexpertizar con el propósito de encontrar el valor intermedio del número borroso triangular (NBT), el cual está representado por la tasa probable. Con la aplicación de esta teoría, queda demostrado la precisión de valores, la objetividad y la reducción de la incertidumbre en los datos. Análogamente, se determina el costo de capital para los dos años restantes, la tabla 6 indica lo expuesto.

3.2. VAN y TIR borrosos

La metodología que se aplica nace de las definiciones de la matemática borrosa empleando números borrosos triangulares (NBT), el cual es considerado como número borroso real, cuya función de tendencia es lineal, determinado con el eje horizontal un triángulo y dos puntos el uno a la derecha y el otro a la izquierda.

De esta forma, un número borroso asocia dos conceptos: El de intervalo de confianza que se halla ligado a la noción de incertidumbre y el de nivel de presunción ligado a la percepción del individuo, es decir, a la noción de valuación (Gutiérrez, 2006:72). El uso de números borrosos triangulares en el tratamiento de la incertidumbre en la empresa es conocido desde los inicios de la incorporación de la lógica fuzzy en los problemas empresariales (Kaufmann y Gil Aluja, 1986).

Un número borroso triangular (NBT), está expresado numéricamente de la siguiente manera: en forma ternaria $A = (;$ la función de pertenencia y la forma cortes. Para el desarrollo de este artículo se emplea los cortes partiendo de la función de pertinencia como se indica a continuación:

$$\alpha = \frac{x - a_1}{a_2 - a_1} \quad ; \quad \alpha = \frac{a_3 - x}{a_3 - a_2}$$

Resolviendo para x se tiene:

$$(a_2 - a_1) \alpha + a_1 \quad ; \quad a_3 - (a_3 - a_2) \alpha$$

Lo que quiere decir:

$$A_\alpha = [(a_2 - a_1) \alpha + a_1 \quad ; \quad a_3 - (a_3 - a_2) \alpha] \quad (\text{Ecuación 2})$$

A manera de explicación, se parte de la fórmula tradicional del valor actual neto (VAN), esta es:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FE_i}{(1+k_n)} - I_0$$

(Ecuación 3)

Siendo FE (flujo de efectivo), k (costo de capital o TMAR) y n (cantidad de períodos que abarca el proyecto). El horizonte del estudio es de tres años, se determina la fórmula del VAN:

$$\overline{VAN} = \frac{\overline{FE}_1}{(1+k_1)} + \frac{\overline{FE}_2}{(1+k_1) \cdot (1+k_2)} + \frac{\overline{FE}_3}{(1+k_1) \cdot (1+k_2) \cdot (1+k_3)} - I_0 \quad (\text{Ecuación 4})$$

La tasa interna de rendimiento (TIR), parte de la concepción que el VAN debe tender a cero, la fórmula tradicional es la siguiente:

$$\widetilde{TIR}_b = \left[-I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEnp(\alpha)}{(1+r)^t}, -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEno(\alpha)}{(1+r)^t} \right] \quad (\text{Ecuación 5})$$

Desarrollando las formulas mencionadas en los escenarios descritos, se determina la TIR y VAN tradicional que se resume en la tabla 7:

TABLA 7
Método tradicional

	TIR	VAN
PESIMISTA	14,59%	1.207,58
PROBABLE	26,44%	15.572,83
OPTIMISTA	38,46%	30.359,74

Elaboración propia

Los ambientes donde se desenvuelve la administración tradicional dejan un grado alto de imprecisión con aspectos subjetivos, ante esta situación 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 como las que se indican a continuación:

$$\overline{VAN}_b = \left[\sum_{t=0}^n \frac{FEnp(\alpha)}{[1+K(\alpha)]^t}, \sum_{t=0}^n \frac{FEno(\alpha)}{[1+K(\alpha)]^t} \right] \quad (\text{Ecuación 6})$$

$$\widetilde{TIR}_b = \left[-I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEnp(\alpha)}{(1+r)^t}, -I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{FEno(\alpha)}{(1+r)^t} \right] \quad (\text{Ecuación 7})$$

Desarrollando las formulas descritas (6) y (7), a través de alfa cortes con la utilización de números borrosos triangulares, y aplicando la fórmula (2), se tiene (tabla 8 y 9):

TABLA 8
VAN borroso expresado con alfa-corte

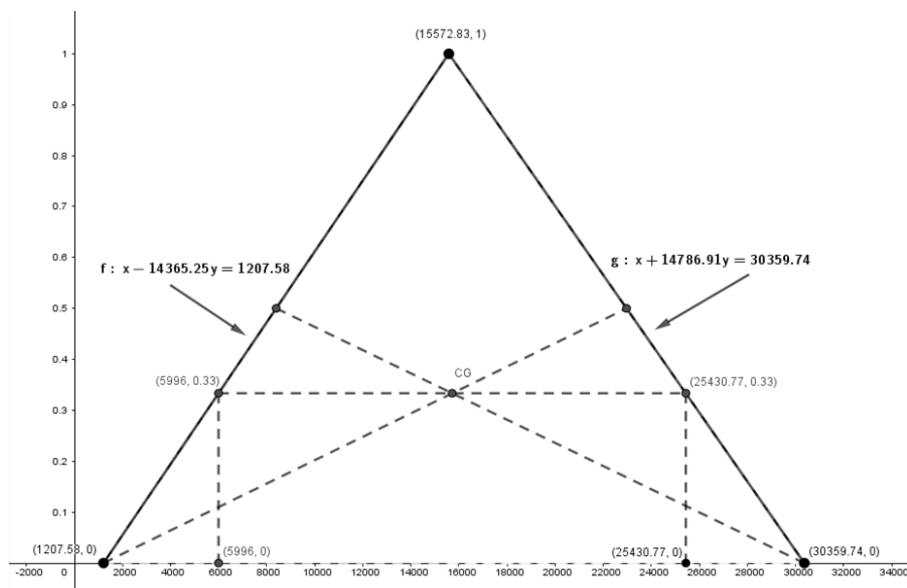
Inversión	-70.000	
α -CORTE	$VAN_b1(\alpha)$	$VAN_b2(\alpha)$
1	15.572,83	15.572,83
0,9	14.136,31	17.051,52
0,8	12.699,78	18.530,21
0,7	11.263,26	20.008,90
0,6	9.826,73	21.487,59
0,5	8.390,21	22.966,29
0,4	6.953,68	24.444,98
0,3	5.517,16	25.923,67
0,2	4.080,63	27.402,36
0,1	2.644,11	28.881,05
0	1.207,58	30.359,74

Elaboración propia

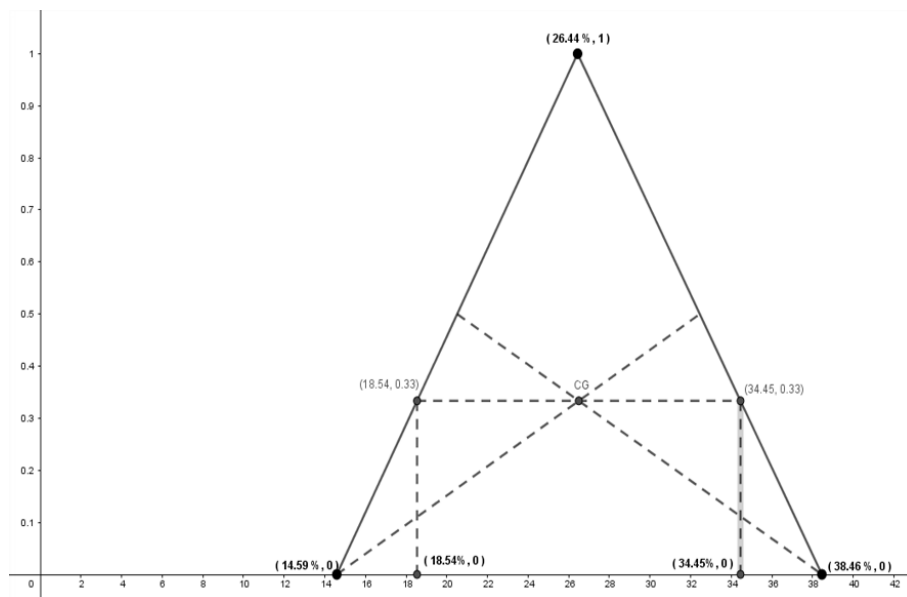
TABLA 9
TIR borroso expresado con alfa-corte

α -CORTE	$TIR_b1(\alpha)$	$TIR_b2(\alpha)$
1	26,44%	26,44%
0,9	25,26%	27,64%
0,8	24,07%	28,85%
0,7	22,89%	30,05%
0,6	21,70%	31,25%
0,5	20,52%	32,45%
0,4	19,33%	33,65%
0,3	18,15%	34,85%
0,2	16,96%	36,05%
0,1	15,78%	37,25%
0	14,59%	38,46%

Un término conocido en geometría analítica es el centro de gravedad que tiene la particularidad de tomar 50% de los casos del VAN y TIR borrosos, que analizado propone un alfa corte de interés para una toma de decisiones acertada, pues el punto de intersección de las medianas representa en un triángulo el baricentro (centro de gravedad). En forma analítica también se puede obtener el centro de gravedad a través de: representan el VAN y TIR borrosos encontrado el centro de equilibrio del sistema. Las siguientes gráficas (1y 2)



GRÁFICA 1
VAN borroso determinado el centro de gravedad
Elaboración propia



GRÁFICA 2
TIR borroso determinado el centro de gravedad
Elaboración propia

Partiendo de la metodología descrita, los resultados encontrados a través del centro de gravedad, indican los valores pesimista y optimista, representado en intervalo de confianza; el VAN borroso se determina por medio de los flujos de caja, estos se encuentran entre la banda [\$5.966,00; \$25.430,77], como se puede observar son valores positivos los que representa una recuperación de la inversión, se puede expresar que este indicador opera por medio de un nivel de presunción establecido, el cual refleja diferentes posibilidades para valorar una determinada inversión.

TABLA 10
TIR y VAN borrosos encontrado el centro de gravedad

VAN BORROSO		
α -CORTE	$VAN_b1(\alpha)$	$VAN_b2(\alpha)$
0,33	5.966,00	25.430,77
TIR BORROSO		
α -CORTE	$TIR_b1(\alpha)$	$TIR_b2(\alpha)$
0,33	18,54%	34,45%

Elaboración propia

La aplicación de la TIR borrosa, es la determinación de la capacidad de recuperación de la inversión, la cual se encuentra entre la banda [18,54%; 34,45%], estos valores representan el límite inferior y superior, es decir la rentabilidad se encuentra dentro de este intervalo, mismo que es superior a la tasa mínima atractiva de rendimiento, estos valores permiten determinar la aceptación de la inversión, lo expresado se demuestra en la tabla 10.

4. CONCLUSIONES

La utilización de la lógica difusa con aplicación de números borrosos triangulares (NBT), ha permitido obtener un nuevo modelo de VAN y TIR borrosos, mismos que brindan información desde la óptica de un intervalo de niveles de presunción entre 0 y 1, como una medida de mayor exactitud con el propósito de realizar la evaluación de la inversión y financiamiento. Gracias a esta herramienta de avanzada, la gestión de la incertidumbre se observa desde otro nivel de análisis, dejando de lado el cálculo tradicional, este nuevo modelo permite reducir la imprecisión o vaguedad de la información siendo una restricción dentro del estudio de la evaluación económica en proyectos de inversión.

Se demuestra la importancia de la aplicación de la lógica borrosa a los dilemas de gestión económica y financiera, rompiendo los esquemas que no se ajustan a la realidad palpante del mercado en la actualidad, lleno de ambigüedad, incertidumbre y verdades fragmentadas.

Con este estudio, se entrega a los artesanos en la fabricación de muebles de madera de la ciudad de CuencaEcuador, un análisis de rentabilidad con mayor precisión, dejando en la mente de estos hábiles obreros y empresarios la realidad del nuevo mundo científico, desde la visión de modernos esquemas útiles para la gestión de la incertidumbre, conllevando a una eficiente gestión empresarial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, Fernando (2004), Teoría de la decisión e incertidumbre: modelos normativos y descriptivos. *Empiria. Revista de metodología de ciencias sociales*, No. 8, pp. 139-160.
- Arango, Martin; Serna, Conrado y Pérez Giovanni (2012), La gestión de indicadores empresariales con lógica difusa para la toma de decisiones. *Revista Lámpakos*, No. 8, pp. 47 – 53.
- Arias, Leonel; Rave, Silvia y Castaño, Juan (2006), Metodologías para la medición del riesgo financiero en inversiones. *Scientia Et Technica*, Vol. XII, No. 32, pp. 275-278.
- Baca, Gabriel (2013), *Evaluación de Proyectos*. México: Mc Graw Hill.

- Briozzo, Anahí; Pesce, Gabriela y Villarreal, Fernanda (2011), Evaluación de proyectos con herramientas borrosas. análisis de casos. Cuadernos del CIMBAGE, No. 13, pp. 25-53.
- Gutiérrez, Juan (2006), Aplicación de los conjuntos borrosos a las decisiones de inversión. Ad-minister Revista de la Escuela de Administración, No. 9. Colombia, Universidad EAFIT, pp. 62-85.
- Jorion, Philippe (2008), Valor en riesgo: El nuevo paradigma para el control de riesgos con derivados. México: Editorial Limusa.
- Kaufmann, Arnold y Gil-Aluja, Jaime (1986), Introducción de la teoría de los subconjuntos borrosos a la gestión de las empresas. Santiago de Compostela: Milladoiro.
- Kaufmann, Arnold y Gil-Aluja, Jaime (1987), Técnicas operativas de gestión para el tratamiento de la incertidumbre. Barcelona: Hispano-Europea.
- Kosko, Bart (1995), Pensamiento borroso: la nueva ciencia de la lógica borrosa. Barcelona, España: Editorial Crítica.
- Luna, Kléber; Tinto, Jaime; Sarmiento, William y Cisneros, Diego (2018), Estudio de rentabilidad para el lanzamiento de un nuevo producto aplicando el enfoque difuso. Revista Visión Gerencial, No. 1, pp. 42-53.
- Mantilla, Samuel (1998), Control Interno de los Nuevos Instrumentos Financieros. Bogotá: Ecoc Ediciones.
- Medina, Santiago (2006), Estado de la cuestión acerca del uso de la lógica difusa en problemas financieros. Cuadernos de Administración, Vol. 32, No. 19, pp. 195-223.
- Milanesi, Gastón (2016), La tasa interna de retorno promedio borrosa: desarrollos y aplicaciones. Journal of Economics, Finance and Administrative Science, No. 21, pp. 39-47.
- Muela, Edgar (2009), Diferencias conceptuales entre la teoría de la posibilidad y los conjuntos difusos en la modelación de la incertidumbre. Revista Épsilon, No.13, pp. 183-191.
- Muñoz, Manuel y Avilés, Ezequiel (2014), La incorporación de la lógica difusa al modelo Black-Scholes, para la determinación del precio de la opción cambiaria mexicana. Revista Internacional Administración & Finanzas, Vol. 7, No. 7, USA, Institute for Business and Finance Research, pp. 55-73.
- Muñoz, Manuel; Avilés, Ezequiel y Miranda, Eva (2016), La Lógica Difusa para la evaluación económica y financiera de opciones cambiarias: El caso de la producción acuícola. International Journal of Information Systems and Software Engineering for Big Companies (IJISEBC), Vol. 3, No. 1, pp. 54-73.
- Reig, Javier y González, José (2002), Modelo borroso de control de gestión de materiales. Revista Española de Financiación y Contabilidad, Vol.31, No. 112, pp. 431-459.
- Rico, Marco y Tinto, Jaime (2008), Matemática borrosa: algunas aplicaciones en las ciencias económicas, administrativas y contables. Administrativas y contables. Contaduría Universidad de Antioquia, No. 52, pp. 199-214.
- Rico, Marco y Tinto, Jaime (2010), Herramientas con base en subconjuntos borrosos. Propuesta procedimental para aplicar expertizaje y recuperar efectos olvidados en la información contable. Actualidad Contable Faces, Vol. 13, No. 21, pp. 127-146.
- Rondós, Elena; Farreras María y Linares, Salvador (2016). El número borroso triangular “ratio acid-test mínima”. Cuadernos del CIMBAGE, No. 18, pp. 57-79.
- Zadeh, Lofti, Asker (1965), Fuzzy Sets and their applications to cognitive and decision processes. London, Academic Press Inc.
- Zúñiga, Sergio y Soria, Karla (2009), Costo de capital en el sector pesquero-acuícola chileno. Interciencia, Vol. 34, No. 8, pp. 543-550.