EVALUACIÓN FINANCIERA DE LAS EMPRESAS USANDO LÓGICA DIFUSA

Federico González Santoyo[1]
Beatriz Flores Romero[2]

RESUMEN.

En el presente trabajo se analiza y se aplica el VAN Fuzzy, como instrumento para una toma de decisiones financiera eficiente y eficaz. Se presentan los posibles casos que se dan en la vida real en las empresas y se establecen las estrategias de análisis para los mismos.

Palabras clave: Inversión, Flujo de Fondos, VAN, Fuzzy.

ABSTRACT.

This paper analyzes and applies the Fuzzy NPV as a tool for financial decision making efficient and effective. We present the cases that occur in real life in business and establishing strategies for the same analysis.

Key Words: Investment, cash flow, NPV, fuzzy.

Clasificación JEL: C6, C61

INTRODUCCIÓN.

En la economía empresarial, uno de los principales problemas que son de gran interés es el de evaluar económicamente su rendimiento financiero, el

[1] Profesor – Investigador en la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. E – mail: fsantoyo,betyf@umich.mx

[2] Profesora – Investigadora en la Facultad de Ciencias Contables y Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. E – mail: fsantoyo,betyf@umich.mx

mismo está asociado a conocer la eficiencia que existe por unidad monetaria invertida. Los métodos más usuales que se tienen son la TIR (Tasa Interna de Retorno) es expresada en términos (%), VAN (Valor Actual Neto) expresado en ($), B/C (Beneficio-Costo) expresado en (Veces) que es mayos (B) vs (C) o viceversa y PRC (Período de Recuperación del Capital) expresado en unidades de tiempo en que se recupera la inversión inicial.

El presente artículo es desarrollado en tres partes. En la primera se presenta el fundamento teórico del concepto del VAN clásico y VAN difuso, así como la operatividad del mismo, en la segunda parte, se presentan dos casos de aplicación, que son los escenarios clásicos que se le presentan a los tomadores de decisiones financieras en la práctica. En la tercera parte se analizan los resultados y conclusiones.

MÉTODO DEL VALOR ACTUAL NETO

Se tiene que el valor actual neto (VAN) **González Santoyo F.(1985)** es el valor actualizado de todos los rendimientos esperados sobre la inversión, es decir, es igual a la suma de los flujos de fondos positivos traídos a valor presente y las pérdidas e inversiones traídas a valor presente en un proyecto de inversión.

Además se tiene que esto cobra sentido práctico cuando los flujos de fondos positivos son muy superiores a los negativos, por lo tanto el VAN es positivo y en esta medida se ve incrementado o decrecido el nivel de la inversión del proyecto en estudio.

Por lo anterior, es evidente el hecho de que, en el caso de que existan varios objetos de la inversión **Lorenzana de la Varga T. (1996)**, **González S.F. et al (2001)**, siguiendo criterios económicos, se tomará aquel cuya diferencia actualizada o valor actual neto positivo sea mayor.

Lo comentado anteriormente, puede ser representado, a través de la siguiente ecuación:

$$\sum_{j=1}^{n} C_j(1+i)^{-j} \geq A + \sum_{j=1}^{n} FF'_j\,(1+i)^{-j}$$

Donde:

A = Inversión inicial del proyecto
C_j = Flujo de fondos negativo previsto para el período **j** del proyecto

FF_j' = Flujo de fondos positivo previsto para el período **j** del proyecto
i = Costo de capital
n = Horizonte de planeación del proyecto de inversión

Por lo anterior:

$$\sum_{j=1}^{n}\left(FF' - C_j\right)(1+i)^{-j} - A \geq 0$$

Esta ecuación referida al momento 0 es posible escribirla como:

$$VAN = -A + \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(FF' - C_j\right)}{(1+i)^j}$$

La diferencia de (FF_j'- C_j) es posible expresarla como FF_j el cual representará el flujo de fondos netos de la empresa (cash flow) para el período **j** por lo que la ecuación anterior es escrita de forma generalizada como:

$$VAN = -A + \frac{\sum_{j=1}^{n} FF'_j}{(1+i)^j}$$

Es importante establecer que FF_j es equivalente para un proyecto de inversión de acuerdo con **González Santoyo F. (1985)** a:

FFj = Utilidad neta o pérdida $_{(j)}$ + depreciación $_{(j)}$ + amortización $_{(j)}$ + valor de salvamento $_{(j)}$ - inversión $_{(j)}$

En términos del horizonte de planeación o vida útil del proyecto.

Es importante hacer notar que independientemente de que se trabaje con interés compuesto, el mismo es considerado constante en el horizonte de planeación, sin embargo en la vida real esto no ocurre así, por lo tanto, en este sentido, se presenta una dificultad de definición del valor del tipo de interés a utilizar para actualizar capitales futuros, en criterios de análisis tradicionales éste es conocido con certeza y constante para cada período de duración de la inversión.

Para el trato de este modelo en el trabajo, se tomará la hipótesis menos simplificada de los tipos de interés como diferentes para cada período. El cálculo del **VAN** bajo estas condiciones es obtenido partiendo de que:

$$\textbf{VAN} = -A + \sum_{j=1}^{n} FF_j \prod_{s=1}^{j} (1+i_s)^{-1} \quad ; \qquad j = 1,2,..., n \quad s = 1,2,..., j$$

Donde:
i_s = interés variable en cada período.

El producto de **1 a j**, elevados a la **–1** proporcionará el factor de actualización de los períodos **1 a j**, que multiplicado por el flujo de fondos correspondiente al período **j**, permite obtener su valor actualizado, para el caso se suman valores actualizados, homogeneizados o referidos al punto inicial, ciclo **CERO**.

Como la fijación de la dinámica económica nacional es tan cambiante consideraremos el concepto de la imprecisión al modelo mediante la introducción de una valuación, es decir, de una estimación numérica subjetiva que puede venir determinada a través de un intervalo de confianza, un número borroso triangular o cualquier otro elemento numérico que represente la evidente incertidumbre existente.

Por lo anterior, a través de análisis posteriores, en este apartado se tratará de comprobar qué ventajas pueden conseguirse con la utilización de números borrosos para comparar series de beneficios en la empresa.

Para el establecimiento de la ampliación del modelo clásico al análisis con números borrosos, como primera aproximación se considerará que se ha consultado a un grupo de expertos (que el resultado fue el producto, por ejemplo, de la aplicación del Delphi) para la obtención de información, en relación con los tipos de interés esperados, usando números borrosos triangulares.

Para **Gil Lafuente A. (1993), Gil Aluja J. (1999)**. El grupo de expertos ha llegado a un acuerdo tal que, piensan que el tipo de interés no será inferior a un valor **“r_s”** y lo más seguro (nivel de presunción igual a 1) es que tome el valor **“m_s”** para cada período de la vida útil de la inversión de 1 a n. Por lo que el interés en la inversión expresado como un número borroso lo podemos escribir como:

Inversión de 1 a n. Por lo que el interés en la inversión expresado como un número borroso lo podemos escribir como:

$$\underset{\sim s}{i} = (r_s, m_s, s_s) \qquad ;$$

j = 1,2,..., n

s = 1,2,..., j

Debido a que el cálculo de los valores actuales no se realiza con los tipos de interés, sino que, partiendo de ellos, con los tipos de actualización, habrá que comprobar qué forma toman, en este caso, los coeficientes:

$$(1+\underset{\sim}{i})^{-j}$$

Cuando el tipo de interés es constante, y cierto para todos los períodos de duración de la inversión, se tiene:

$$(1+i_s)^{-1}$$

Cuando es diferente en cada período, el desarrollo del modelo en borrosos, se transforman las estimaciones obtenidas en forma ternaria a la forma de á-cortes; es decir, se parte de:

$$\underset{\sim s}{i} = (r_s, m_s, s_s)$$

Para obtener un intervalo de confianza $\mathbf{i}_s$ al nivel á, lo que permitirá asociar a cada tipo de interés una función de pertenencia al subconjunto borroso de pertenencia:

$$\underset{\sim}{i_s} = \mu_{\underset{\sim}{is}}(\alpha) \quad ; \quad tal \;\; que \quad \forall \alpha \in [0,1]:$$

$$\underset{\sim}{i_s} = [r_s(\alpha), \quad s_s(\alpha)]$$

Donde:

$$r_s(\alpha) = r_s + (m_s - r_s)\alpha$$

$$s_s(\alpha) = s_s - (s_s - m_s)\alpha$$

Como se observa **r_s (a)** y **s_s (a)** son funciones lineales. Para pasar del tipo de interés clásico al tipo de actualización a usar, se tiene:

$$\frac{1}{1+i_1}$$

El tipo de actualización del primer ciclo cuando es estimado como un valor cierto. Es posible establecer que el tipo de interés a través de un número borroso triangular en forma de á-cortes, se obtiene:

$$\frac{1}{1 + [r_1(\propto), s_1(\propto)]}$$

En general se establece que:

$$C.A._s(\alpha) = \prod_{s=1}^{j} \left[\frac{1}{[1+s_s(\alpha)]}, \frac{1}{[1+r_s(\alpha)]} \right] \qquad \forall \alpha \in [0,1]$$

Por lo que el valor actual neto de un proyecto de inversión con tipos de interés inciertos expresados a través de números borrosos triangulares viene dado por la expresión clásica con la modificación de la incorporación del concepto de incertidumbre a través del interés a usar; por lo tanto la ecuación del **VAN** para este caso será:

$$\underset{\sim}{VAN} = -A + \sum_{j=1}^{n} FF_j \prod_{s=1}^{j} \left(1+\underset{\sim}{i}\right)^{-1}$$

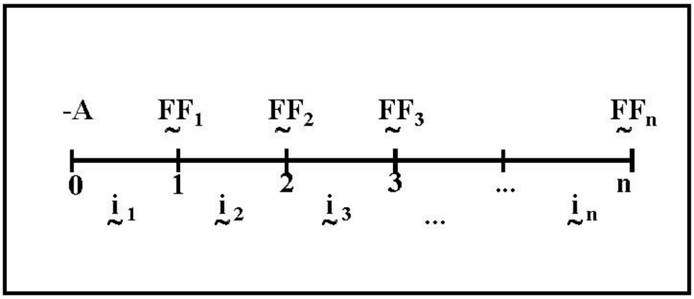
Sustituyendo la notación anterior expresada en términos de los **a**-cortes, se tiene:

$$\underset{\sim}{VAN}(\alpha) = -A + \sum_{j=1}^{n} FF_j \prod_{s=1}^{j} \left(1+i_s(\alpha)\right)^{-1}$$

$$\underset{\sim}{VAN}(\alpha) = -A + \sum_{j=1}^{n} FF_j \prod_{s=1}^{j} \left(\frac{1}{1+s_s(\alpha)}, \frac{1}{1+r_s(\alpha)} \right) \quad \forall \alpha \in [0,1]$$

En el uso del método para análisis de inversiones, bajo la perspectiva de la incertidumbre, es necesario tratar los flujos de fondos **(FF_j)** bajo el mismo contexto, al dato que no tiene sentido incorporarle este efecto es a la inversión inicial **(A)**, debido a su ubicación en el ciclo **CERO** del horizonte de planeación del proyecto, por lo que la inversión para todos los análisis bajo el contexto de incertidumbre es tratada como un dato cierto.

La expresión de un problema gráficamente está dada como:



Para el caso $\underset{\sim}{FF}_j$ es un **NBT** definido por tres valores: uno **(g_j)** por debajo del cual se piensa que el flujo de fondos del período **(j)** no se dará, otro **(I_j)** que no va a sobrepasarse, y un valor intermedio **(h_j)** que se estima como el de mayor presunción en cuanto a su ocurrencia. Por lo anterior usando:

$$\underset{\sim}{FF}_j = (g_j,\ h_j,\ I_j)$$

Como se manejaron los tipos de interés, ahora se tratará de obtener el intervalo de confianza de ahora **FF_j** al nivel **a**, de tal forma que se le asocia al flujo de fondos de cada período una función de pertenencia al subconjunto borroso de referencia:

$$\underset{\sim}{FF}_j = \mu_{\underset{\sim}{FF}}(\alpha)$$

tal que:

$$\forall \alpha \in [0,1]$$

Entonces:

$$\underset{\sim}{FF_j} = [g_j(\alpha),\ \underset{\sim}{I_1}(\alpha)]$$

En donde:

$$g_j(\alpha) = g_j + (h_j - g_j)\alpha$$

$$I_j(\alpha) = I_j - (I_j - h_j)\alpha$$

Siendo **g$_j$ (a)**, **Ij (a)** funciones lineales.

La formulación matemática del modelo es similar a la presentación clásica, incorporando para el caso de estudio, un nivel de presunción a los flujos de fondos derivados del proyecto y que, para el caso se han considerado inciertos, su representación es:

VAN (a) =

$$-A + \sum_{j=1}^{n} FF_j(\alpha) \prod_{s=1}^{j} \left(1 + i_s(\alpha)\right)^{-1}$$

$$= -A + \sum_{j=1}^{n} FF_j(\alpha) \prod_{s=1}^{j} \left[\frac{1}{1 + s_s(\alpha)}, \frac{1}{1 + r_s(\alpha)}\right]$$

$$= -A + \sum_{j=1}^{n} \left[g_j(\alpha),\ I_j(\alpha)\right] \prod_{s=1}^{j} \left[\frac{1}{1 + s_s(\alpha)}, \frac{1}{1 + r_s(\alpha)}\right] \quad \forall \alpha \in [0,1]$$

Esta ecuación permite obtener, para cada nivel á, el abanico de posibilidades entre las cuales se espera se encuentre su estado real. Del resultado obtenido, se puede deducir la posibilidad de situarnos en el estado real y en consecuencia, se puede estar por arriba o debajo de él.

De lo anterior, se podría establecer que el **VAN** clásico considera:

- Un tipo de interés constante para todos los períodos en el horizonte de planeación del proyecto.
- El interés considerado como cierto en el análisis.
- Se consideran ciertos o conocidos plenamente los flujos de fondos asociados con el proyecto.

Por lo anterior, se tiene que todas estas condiciones consideradas por el **VAN** clásico son casos particulares del **VAN** borroso, el cual considera:

- El tipo de interés usado en el análisis es considerado diferente para cada período considerado en el proyecto, se expresa como **(i_s)**.
- Se considera **(i_s)** incierto, denotado por el nivel á de presunción (de que ese tipo de interés sea real).
- Se consideran inciertos los flujos de fondos asociados al proyecto de inversión; se asocia una á al igual que el caso anterior.

De acuerdo con **Kaufmann A., Gil Aluja J., Terceño Gómez A.** (1994), se debe ser consciente de que el proceso de inversión, como cualquier otro proceso económico, resultará afectado por el marco macroeconómico en el que tiene lugar y que, por lo tanto, va a influir en los resultados que pueden obtenerse. Lo anterior es citado debido a que el modelo desarrollado y presentado para el caso puede ser enriquecido con la incorporación de variables adicionales que se tengan los sistemas económicos a estudiar.

Para la explicación práctica del caso, se tomará el ejemplo siguiente:

CASO 1

La compañía **"w"** dedicada a la fabricación de triciclos, ubicada en la ciudad industrial de la ciudad de Morelia, Michoacán, México, ha decidido apoyar una nueva línea de producción, el estudio de la misma lo ha encargado al grupo de expertos de la empresa, además, apoyados en expertos de la consultoría **“ä”** han obtenido el comportamiento de la estimación de la inversión, así como los flujos de fondos, para el horizonte de planeación estimado en 8 años, además del tipo de interés para el proyecto. Estos han sido estimados como:

AÑO	**FLUJO DE FONDOS (PU) (UM)**	**TIPO DE INTERÉS (%)**
0	-80000	
1	(7000, 8000, 12000)	(0.20, 0.25, 0.26)
2	(13000, 15000, 18000)	(0.25, 0.26, 0.28)
3	(28000, 30000, 35000)	(0.29, 0.30, 0.31)
4	(39000, 40000, 45000)	(0.31, 0.32, 0.33)
5	(35000, 40000, 50000)	(0.36, 0.37, 0.38)
6	(39000, 40000, 55000)	(0.38, 0.39, 0.40)
7	(38000, 40000, 57000)	(0.38, 0.39, 0.40)
8	(39000, 40000, 58000)	(0.38, 0.39, 0.42)

r **m** **s**

Se desea evaluar el proyecto usando el criterio del **VAN,** es de interés conocer su comportamiento nivel a nivel, con **a** = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4,..., 0.9, 1.0.

Por lo anterior, se requiere determinar los intervalos de confianza para cada uno de sus niveles. Los flujos de fondos son dados como:

FLUJO DE FONDOS	INTERVALO DE CONFIANZA
$FF_1(\alpha)$	[7000 + 1000α, 12000 - 4000α]
$FF_2(\alpha)$	[13000 + 2000α, 18000 – 3000α]
$FF_3(\alpha)$	[28000 + 2000α, 35000 – 5000α]
$FF_4(\alpha)$	[39000 + 1000α, 45000 – 5000α]
$FF_5(\alpha)$	[35000 + 5000α, 50000 – 10000α]
$FF_6(\alpha)$	[39000 + 1000α, 55000 – 15000α]
$FF_7(\alpha)$	[38000 + 2000α, 57000 – 17000α]
$FF_8(\alpha)$	[39000 + 1000α, 58000 – 18000α]

Para los tipos de interés se tiene:

INTERÉS	INTERVALO
$i_1(\alpha)$	[0.20 + 0.05α, 0.26 – 0.01α]
$i_2(\alpha)$	[0.25 + 0.01α, 0.28 – 0.02α]
$i_3(\alpha)$	[0.29 + 0.01α, 0.31 – 0.01α]
$i_4(\alpha)$	[0.31 + 0.01α, 0.33 – 0.01α]
$i_5(\alpha)$	[0.36 + 0.01α, 0.38 – 0.01α]
$i_6(\alpha)$	[0.38 + 0.01α, 0.40 – 0.01α]
$i_7(\alpha)$	[0.38 + 0.01α, 0.40 – 0.01α]
$i_8(\alpha)$	[0.38 + 0.01α, 0.42 – 0.03α]

Aplicando la ecuación del **VAN** borroso, se tiene:

VAN (a) =

$$+\left[13000+2000\alpha,\ \ 18000-3000\alpha\right]\left[\frac{1}{(1.26+0.01\alpha)\ \ (1.28+0.02\alpha)},\right.$$

$$-80000+\left[7000+1000\alpha,\ \ 12000-4000\alpha\right]\left[\frac{1}{1.26+0.01\alpha},\frac{1}{1.20+0.05\alpha}\right]$$

$$, \frac{1}{(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)}\Bigg]$$

$$+\left[28000+2000\alpha,\ \ 35000-5000\alpha\right]\left[\frac{1}{(1.26+0.01\alpha)\ (1.28+0.02\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)},\right.$$

$$\left., \frac{1}{(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)\ (1.29+0.01\alpha)}\right]$$

$$+\left[39000+1000\alpha,\ \ 45000-5000\alpha\right]\left[\frac{1}{(1.26+0.01\alpha)\ (1.28+0.02\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\ (1.33+0.01\alpha)},\right.$$

$$\left., \frac{1}{(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)\ (1.29+0.01\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)}\right]$$

$$+\left[35000+5000\alpha,\ \ 50000-10000\alpha\right]*$$

$$*\left[\frac{1}{(1.26+0.01\alpha)\ (1.28+0.02\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\ (1.33+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)},\right.$$

$$\left., \frac{1}{(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)\ (1.29+0.01\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\ (1.36+0.01\alpha)}\right]$$

$$+\left[38000+2000\alpha,\ \ 57000-17000\alpha\right]*$$

$$*\left[\frac{1}{\begin{array}{l}(1.26+0.01\alpha)\ (1.28+0.02\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\ (1.33+0.01\alpha)\\ (1.38+0.01\alpha)\ (1.40+0.01\alpha)\ (1.40+0.01\alpha)\end{array}},\right.$$

$$\left., \frac{1}{\begin{array}{l}(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)\ (1.29+0.01\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\\ (1.36+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)\end{array}}\right]$$

$$+\left[39000+1000\alpha,\ \ 58000-18000\alpha\right]*$$

$$*\left[\frac{1}{\begin{array}{c}(1.26+0.01\alpha)\ (1.28+0.02\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\ (1.33+0.01\alpha)\\(1.38+0.01\alpha)\ (1.40+0.01\alpha)\ (1.40+0.01\alpha)\ (1.42+0.03\alpha)\end{array}},\right.$$

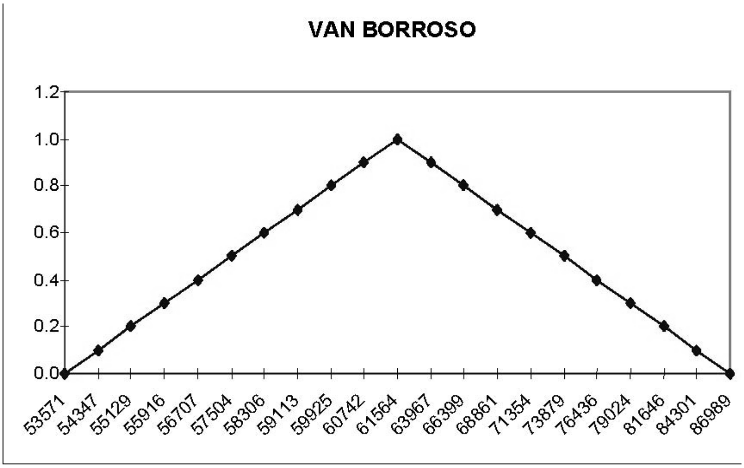
$$\left.,\frac{1}{\begin{array}{c}(1.20+0.05\alpha)\ (1.25+0.01\alpha)\ (1.29+0.01\alpha)\ (1.31+0.01\alpha)\\(1.36+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)\ (1.38+0.01\alpha)\end{array}}\right]$$

Resolviendo el sistema para los diferentes niveles de á en una escala endecadaria, se obtienen los diferentes intervalos de confianza del **VAN**, de acuerdo con sus diferentes niveles de presunción.

α	**VAN (α) U.M.**
0.0	(53570.8, 86988.9)
0.1	(54357.5, 84300.5)
0.2	(55129.1, 81645.8
0.3	(55915.6, 79024.4)
0.4	(56707.2, 76435.6)
0.5	(57503.9, 73879.1)
0.6	(58305.7, 71354.4)
0.7	(59112.5, 68861.1)
0.8	(59924.6, 66398.6)
0.9	(60741.9, 63966.5)
1.0	(61564.5, 61564.5)

Usando la tabla anterior, se puede comprobar que la estimación obtenida no nos lleva a una decisión equivocada sobre la conveniencia o inconveniencia de la adquisición del objeto de la inversión.

Gráficamente estos resultados son:



Como se observa la figura es una representación adecuada de un **NBT**. Del gráfico se observa que a medida que disminuye el nivel de presunción á, los segmentos obtenidos al cortar cada nivel, la representación gráfica del **VAN** encaja progresivamente, esto cumple con la propiedad de convexidad de los **NBT.**

Lo anterior es equivalente a decir que a medida que se incrementa la incertidumbre (menor nivel de presunción, acotamos la incertidumbre en menor medida) aumentan las posibilidades de resultado, tanto en un sentido, obtener un menor resultado, como en otro, resultado mayor.

De lo anterior se tiene que, todo número borroso se caracteriza por los pares; nivel de presunción e intervalo de confianza, ya que a cada nivel de presunción se le adscribe un intervalo de confianza.

Por lo anterior el **VAN =** [53 570.8, 61 564.5, 86 988.9].

De lo anterior se tiene que de acuerdo al criterio de decisión, el proyecto se acepta con valores como mínimo de 53 570.8, el valor más posible de 61 564.5 y a lo más de 86 988.9.

No siempre el comportamiento de los flujos de fondos de los proyectos se da en el primer cuadrante y su forma de decisiones es tan obvia, como vía de explicación se usará el:

CASO 2

El proyecto de la compañía **"w"** presenta los siguientes flujos de fondos inciertos:

AÑO	**FLUJO DE FONDOS (UM)**	**TIPO DE INTERÉS (%)**
0	-12000	
1	(4000, 5000, 7000)	(0.06, 0.10, 0.12)
2	(4000, 6000, 6000)	(0.05, 0.06, 0.10)
3	(2000, 4000, 5000)	(0.04, 0.08, 0.10)
4	(2000, 3000, 4000)	(0.04, 0.07, 0.09)

Es de interés conocer el **VAN** para valores de $\mathbf{a}$ igual.

$\mathbf{a}$ = 0.0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4,..., 0.9, 1.0

Siguiendo la metodología usada en el Caso 1, los intervalos de confianza para cada uno de los niveles de pertenencia, se tiene:

$$FF_1(\mathbf{a}) = [4000 + 1000\mathbf{a},\quad 7000 - 2000\mathbf{a}]$$

$$FF_2(\mathbf{a}) = [4000 + 2000\mathbf{a},\quad 6000]$$

$$FF_3(\mathbf{a}) = [2000 + 2000\mathbf{a},\quad 5000 - 1000\mathbf{a}]$$

$$FF_4(\mathbf{a}) = [2000 + 1000\mathbf{a},\quad 4000 - 1000\mathbf{a}]$$

El tipo de interés es:

$$i_1(\mathbf{a}) = [0.06 + 0.04\mathbf{a},\quad 0.12 - 0.02\mathbf{a}]$$

$$i_2(\mathbf{a}) = [0.05 + 0.01\mathbf{a},\quad 0.10 - 0.04\mathbf{a}]$$

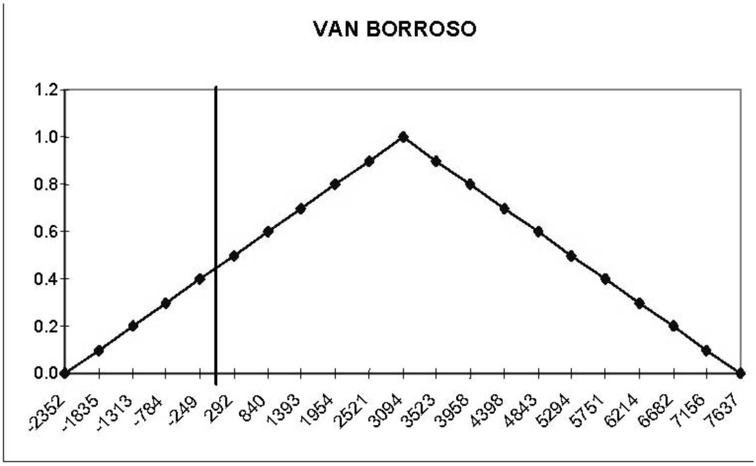
$$i_3(\mathbf{a}) = [0.04 + 0.04\mathbf{a},\quad 0.10 - 0.02\mathbf{a}]$$

$$i_4(\mathbf{a}) = [0.04 + 0.03\mathbf{a},\quad 0.09 - 0.02\mathbf{a}]$$

Calculando el **VAN** y sustituyendo los diferentes valores de á en la escala endecadaria se obtiene el **VAN** en diferentes niveles de presunción:

α	VAN (α) U.M.
0.0	(-2352.0791, 7636.9426)
0.1	(-1835.2782, 7156.3969)
0.2	(-1312.5280, 6681.9542)
0.3	(-783.7438, 6213.5110)
0.4	(-248.8394, 5750.9658)
0.5	(292.2730, 5294.2194)
0.6	(839.6826, 4843.1743)
0.7	(1393.4801, 4397.7355)
0.8	(1953.7579, 3957.8094)
0.9	(2520.6099, 3523.3047)
1.0	(3094.1318, 3094.1318)

Gráficamente es presentado como:



En el gráfico se observa la ausencia de beneficios para determinados niveles de presunción y en circunstancias favorables; también se percibe que en circunstancias desfavorables se puede incurrir en pérdidas.

El **VAN** para el caso es representado por el **NBT** (-2352.0791, 3094.1318, 7636.9426), el cual a priori no es posible usarlo como criterio de decisión, por lo que es importante apoyarse para la toma de decisiones en la obtención del índice de consentimiento, el cual es obtenido como:

- Obtener el nivel aque corresponde a la intersección del lado izquierdo del **NBT** con el eje de las ordenadas.

Para el caso:

$$-2352.079 + [3094.138 - (-2352.079)]\alpha = 0$$

$$-2352.079 + 5446.21\alpha = 0$$

$$\alpha = \frac{2352.079}{5446.210} = 0.43$$

$$\alpha = 0.43$$

Por lo que el área del triángulo del lado izquierdo es: **(A_I)**:

$$A_I = \frac{-2352.079\ (0.43)}{2} = 505.70 \quad ; \quad A_I \in A_1$$

$$A_1 = \frac{b(h)}{2} = \frac{[7636.942 - 3094.13](1)}{2} = 3818.47$$

$$A_2 = \frac{[3094.1318 + 2352.079](1)}{2} = 2723.11$$

Por lo que el área total es:

$$A_T = A_1 + A_2 = 3818.47 + 2723.11$$

$$A_T = 6541.58$$

Parte positiva del triángulo es **(PP_T):**

PP_T = A_T – 505.70 = 6541.58 – 505.70

PP_T = 6035.88

Por lo que el índice de consentimiento es **(I_C):**

$$I_C = \frac{PP_T}{A_T} = \frac{6035.88}{6541.58} = 0.92$$

De acuerdo a este criterio, se tiene que el nivel de posibilidad es de 0.92 de obtener resultados positivos, la cual es posible considerarla como alta, por lo que tomando la decisión desde el punto de vista económico, el proyecto es de aceptarse. Este indicador es expresado en (0 d” I_c d” 1), para el caso el indicador obtenido es muy próximo a la unidad por lo que la decisión está orientada a aceptar llevar a cabo la inversión por parte del empresario.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

En la evaluación de Inversiones en las empresas, o por parte de inversionistas independientes, lo que más interesa es la obtención de una mayor eficiencia por unidad monetaria invertida en una línea de inversión con respecto a un referencial de invertir de forma segura y sin riesgo, sin embargo los criterios tradicionales bajo un enfoque de lógicas bivalentes (teoría tradicional), solamente dan un indicador numérico y se compara con respecto al referencial, pero haciendo uso de lógicas multivalentes con la que puede ser evaluada la incertidumbre permite obtener un intervalo de soluciones infinitas, en las que como valor más posible del comportamiento de la eficiencia financiera casi siempre este valor corresponde al obtenido al hacer uso de los criterios clásicos citados, evaluados en la lógica bivalente.

Por estas situaciones es que se hace necesario hacer evaluaciones de la incertidumbre usando Lógica Difusa, lo que permite conocer el abanico de posibilidades de comportamiento de la inversión sujeta a evaluación y hacer una toma de decisiones más racional, eficiente y eficaz. Este tipo de enfoques no reemplaza a los clásicos es complementario a ellos y hace más potente el análisis y la decisión.

BIBLIOGRAFÍA.

González Santoyo F. (1985). Los Proyectos en la Industrialización Forestal. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. México.

González Santoyo F., Flores R.J., Flores R.B. (2001). La Incertidumbre en la Evaluación Financiera de las Empresas. Fe.GoSa-Ingeniería Administrativa, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia México.

Gil Aluja J. (1999). Elements for a Theory of Decision in Uncertainty. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht/Boston/London.

Gil Lafuente A. (1993). Análisis Financiero en la Incertidumbre. Ariel. España.

Kaufmann A., Gil Aluja J. Terceño Gómez A. (1994). Matemáticas para la Economía y la Gestión de Empresas, Vol.1: "Aritmética de la Incertidumbre". Foro Científico. Barcelona España.

Kaufmann A., Gil Aluja J. (1992). Técnicas de Gestión de Empresas: Previsiones, decisiones y estrategias. Pirámide-España.

Lorenzana de la Varga T. (1996). La Decisión de Inversión en la Incertidumbre. Universidad Rovira i Virgili. España.