

PLANTAS DE CO₂ EN DESTILERIAS DE BIOETANOL. “PROCEDIMIENTO INTEGRADOR PARA TOMAR DECISIONES EN CONDICIONES DE INCERTIDUMBRE

Víctor Manuel González Morales Facultad de Química y Farmacia UCLV

RESUMEN

La utilización de los criterios VAN, TIR, PRI y Análisis de sensibilidad en tres escenarios, para presentar las mejores alternativas a los que toman la decisión de ejecutar o no un proyecto de inversión o negocio, ha sido práctica habitual. En pocos casos se ha considerado la importancia de relacionar el Valor Actual neto con el monto de la inversión o sea el RVAN (Tasa de rendimiento actualizada). Se presenta un procedimiento integrador basado en un bien pensado diseño de alternativas, las que serán discriminadas sobre la base del cálculo del RVAN. Se explica con detalles el procedimiento y se demuestra con ejemplos reales, en Plantas de CO₂, tomados de su aplicación práctica por el autor.

PALABRAS CLAVES

RVAN, Plantas de CO₂, Toma de Decisiones, Tasa de rendimiento actualizada

ABSTRACT

The use of the criteria NPV, IRR, Payback and Analyses of sensitivity in three scenes, to present/display the best alternatives to those who make the decision whether to execute a project of investment or business, has been a habitual practice. In few cases the importance of relating the net Present Value to the amount of the investment that is NPVR (updated Rate of yield) has been considered. An integrating procedure based on a good thought design of alternatives, those that will be discriminated on the base of the calculation of the RVAN. The procedure is explained with details and it is demonstrated with real examples, in CO₂ Plants, taken from the author's practical application.

Key Words.

RVAN, CO₂ Plants, make the decision, updated Rate of yield

INTRODUCCION

Desde hace varias décadas los ingenieros y los inversionistas que laboran en empresas o institutos especializados en realizar estudios preinversión y estudios de factibilidad técnica-económica han aceptado y utilizado los criterios VAN, TIR, PRI y análisis de sensibilidad en tres escenarios, para presentar las mejores alternativas a los que toman la decisión de ejecutar o no un proyecto.

Varios autores en libros y artículos técnico-económicos publicados han presentado diferentes procedimientos para determinar las mejores alternativas y realizar la toma de decisiones. Se incluyen estas fuentes de información consultadas, las que para la profundización en el tema, desde el punto de vista metodológico, se recomiendan estudiar en el siguiente orden: 9, 6, 5, 2, 1, 3, 7 y 10

En pocos casos se presenta la importancia de relacionar el Valor Actual neto con el monto de la inversión (o sea el RVAN) y solo en una publicación² se expresa un método de criterios múltiples en la toma de decisiones, en otra⁹ se demuestra la importancia del RVAN en los casos de resultados contradictorios entre el VAN y la TIR y en⁵ se expresa: “Siempre que sea necesario escoger entre varias variantes, el criterio de selección será la relación entre el Valor Actual Neto VAN y el Costo Actualizado de la Inversión (CAI) relación ésta que nos dará la **Tasa de Rendimiento Actualizada del proyecto (RVAN)**”.

En ningún caso se presenta al criterio RVAN como integrador de las diferentes situaciones que generan alternativas con mayor o menor grado de incertidumbre, para facilitar la decisión inversionista.

Por lo antes expuesto, se ha ordenado y resumido el conocimiento sobre el tema y se propone un “Procedimiento Integrador para la toma de Decisiones en Proyectos de Inversión en condiciones de Incertidumbre” que ha sido aplicado por el autor en varios estudios de factibilidad realizados y se presenta el resumen de dos casos^{3,4}

DESARROLLO

El RVAN es la Tasa de rendimiento actualizada de la inversión, calculada de la siguiente forma:

$$RVAN = VAN / I_A$$

Donde:

VAN (NPV) es el Valor actual neto, a una tasa de descuento o actualización (r), para un número (n) de años de operaciones

$$VAN = -I + \sum_{i=1}^n FC_i / (1+r)^i$$

I_A es el costo de la Inversión inicial actualizado a la misma tasa r y al numero n de años de ejecución de la inversión, si la inversión se ejecuta en el primer año, entonces $I_A = I$

¿Que expresa en definitiva el RVAN?, Expresa: **Cuantos pesos se obtienen durante el periodo de vida del proyecto, por cada peso que se invierte.**

Como las mejores alternativas no son SOLO las que ofrecen mejores RVAN, que se han calculado considerando variables técnico-económicas, es posible plantear una ecuación más general:

$RVAN_{mejor} = \text{Función [Variables técnicas, Variables económicas y de mercado, Variables medio-ambientales, Variables sociales]}$

Relación de las principales variables:

- **Tecnología seleccionada**, define el monto de inversión inicial, variables de eficiencia, insumos, de calidad, gastos de mantenimiento, costos por tratamiento de residuales, la selección del personal, esta en compromiso con la Macro localización.

- **Capacidad de producción** de la instalación, en compromiso con las fuentes de materias primas y energéticas.
- **Proyección de la producción** por año, considerando incrementos en los primeros años, hasta la capacidad más probable, en compromiso con el estudio de Mercado.
- **Distribución de las ventas y precios** según los segmentos de mercado.
- **Costos de operación:** Materias primas y materiales, energía, salarios, seguridad social, impuestos, mantenimiento, gastos de administración, distribución y ventas, estimulación y desarrollo, otros gastos, depreciación y gastos financieros.
- **Costo de la inversión total:** Inversiones fijas, Gastos previos a la explotación; inversiones inducidas indirectas
- **Variables financieras:** Período de análisis del proyecto, año base, año inicio operación, impuesto sobre utilidades; **Capital de Trabajo;** Reserva para contingencia autorizada. **Costo de dinero:** tasas de interés en moneda nacional y en divisas que ofertan los Bancos, Tasa de descuento o actualización que se esté aplicando, Aporte o no de Capital social para el proyecto.

Como puede observarse muchas de estas variables están relacionadas y su separación en la ecuación general responde a un recurso didáctico.

¿Cuántas combinaciones o alternativas con estas variables pudieran plantearse? Sin duda que muchas y el número razonable a evaluar dependerá de la pericia de los especialistas que enfrenten el estudio y de las consultas realizadas a los expertos de la tecnología o sector de la economía en cuestión.

Puede entonces plantearse el siguiente procedimiento general aplicable a cualquier tipo de proyecto inversionista o de negocio:

1. **Elaborar un buen diseño de alternativas**, teniendo mucho cuidado en incluir las variables y sus rangos, que por la experiencia previa acumulada en procesos similares; Son las de mayor sensibilidad. Puede que en algunos casos sean suficientes 3 escenarios: Pesimista, medio y optimista, formulados con los criterios de expertos
2. **Resolver la ecuación** para el juego de variables correspondiente y las consideraciones de cada alternativa.

-A partir de un **Juego de programas** montados en hojas Excel por⁸ (Aprobados y recomendados por el MEP) se vinculan con un fichero también en Excel (**Ficha del Proyecto**) para la alternativa, que posibilita de forma automática hacer todos los cálculos. Los resultados se expresan en tablas o gráficos que visualicen las mejores alternativas.

3. Se analiza **cuales alternativas ofrecen los mejores RVAN** y se presentan a la decisión de los **Inversionistas o Decidores del Proyecto**

OPERATORIA

A continuación se hace una descripción resumida de la operatoria para el cálculo del RVAN usando las hojas del fichero Ficha del Proyecto^{3, 4} y los Programas BALANCE, DEUDA Y FLUJOS⁸.

1. El fichero **Ficha del Proyecto** debe contener las siguientes hojas:
 - **Ficha técnica**, En las filas: datos técnicos de capacidad, balances de materiales y energía, insumos, productos y subproductos, sobre los residuales, de mantenimiento, etc. En las columnas: los años, (en casos especiales pudieran ser trimestres, o meses)
 - **Producción y ventas**, En las filas: producción por surtidos, sus precios, distribución de las ventas, ingresos en MN, MLC y total. En las columnas: los años o periodos
 - **Fichas de Costo unitario, una hoja para cada año, al menos de los primeros 3 años**, En las filas: Todos los costos de operación. En las columnas: Unidad de medida, índice de consumo, precios unitarios, cantidad, Costo unitario total, y en MLC.
 - **Costo Total**, En las filas: Los costos variables, los costos fijos, costo bruto, deducciones, costo neto total y costo unitario. Columnas: los años,
 - **Punto de equilibrio**, En las filas: Los costos variables y los fijos, los precios y el precio promedio. En las columnas: las formulas de cálculo para año de producción estable.
 - **Presupuesto**, En las filas: Todos los valores del presupuesto, ya relacionados en párrafo sobre las variables. En las columnas: Los años de ejecución de la inversión (hasta 5)
 - **Resumen de la evaluación económica**, Se prepara una hoja que de forma resumida destaque las condiciones, los indicadores y los resultados de esa alternativa.
2. Se abren las hojas del juego de programas Balance, Deuda y Flujos y se le suministran los datos que solicitan estableciendo la primera vez **los vínculos entre las hojas**, de manera que para otras alternativas dichos programas se alimenten automáticamente de las hojas del fichero **Ficha de Proyecto**. Esto se logra de la forma siguiente: Una vez que se tiene la primera alternativa completa, se copian todos los ficheros a otra carpeta cuyo nombre responda a la próxima alternativa y seguidamente se hacen los cambios en las hojas según el plan de la alternativa en cuestión y así sucesivamente para las demás alternativas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

ESTUDIO DEL CASO: “Planta Recuperadora y purificadora de Gas Carbónico en destilerías de Bietanol”^{3, 4}

A continuación se resumen los resultados obtenidos para una selección de 6 alternativas, de las más de 20 que se procesaron para los estudios preinversión de dos proyectos de inversión similares en las destilerías de bioetanol de las Empresas Azucareras Antonio Sánchez y Melanio Hernández.

Alternativa	MH 1	MH 2	MH 3	AS 1	AS 2	AS 3
Equipos	301.9	301.9	301.9	532.2	532.2	532.2
Construcción y Montaje	185.2	185.2	185.2	267.6	267.6	267.6
Otros	78.8	78.8	78.8	176.4	176.4	176.4
Costo de Inversión Total	565.9	565.9	565.9	976.2	976.2	976.2
Producción t/d	6	6	8	21	21	21
% Aprovechado	95	85	95	90	90	90
Días/año	200	250	200	180	180	300
Precio \$/t	174	174	174	188	174	180
Parámetros	Moneda Total			Moneda Total		
Tasa descuento %	12	12	12	15	15	15
TIR %	33.5	30.5	41.1	25.1	22.4	50.4
VAN Miles \$	735.6	616.9	1051.7	417.9	299.7	1308.1
RVAN \$/\$	1.30	1.09	1.86	0.43	0.31	1.37
PRI (Años)	4.15	4.40	3.63	4.81	5.16	2.95
Punto de Equili. (t producto)	302.9	278	358	932.7	1046.2	1363.0
Punto de Equili. (%Producción)	25.2	23	29.8	16	17.9	23.4

Se presentaron 3 alternativas para cada planta, NO para hacer comparaciones entre ellas, si no con el propósito de mostrar la influencia de 3 variables sobre los resultados del RVAN: **La tasa de descuento r** (costo del dinero diferente en dos momentos 2005 y 2007), **La capacidad de producción** y su aprovechamiento, tanto en % como en días-año y **EL precio del producto** Pudiera pensarse que se muestra una aproximación a 3 escenarios en cada proyecto, y efectivamente así es. En ambos casos la alternativa 3 es la mejor. En estos 2 estudios no se realizó análisis de sensibilidad **de variables por separado**, al margen de que los Bancos ya no los aceptan, **existen interacciones entre las variables** que de esa forma no son explicadas. El diseño de varias alternativas para evaluar las posibles incertidumbres, ofreció los resultados para explicarlas en buena medida.

CONCLUSIONES

1. Se ha demostrado que el procedimiento propuesto ofrece posibilidades prácticas de efectuar con mucha rapidez, el análisis de alternativas con un concepto integral de los efectos que tienen las múltiples variables a considerar en un proyecto de inversión o negocio en condiciones de incertidumbre.
2. Se ha corroborado lo planteado por varios autores sobre que Las variables: Capacidad de producción, Aprovechamiento de la capacidad, Precio de los productos, tasa de descuento, monto de inversión; son las de mayor influencia sobre la efectividad económica del proyecto.
3. En las actuales condiciones de altos y casi impredecibles precios de los equipos y materiales para ejecutar proyectos de introducción o modificación de tecnologías. Para la estimación de

los presupuestos de inversión hay que recurrir a las cotizaciones informativas y a las referencias obtenidas por criterios de expertos, más que a las recomendadas por la literatura tradicional en nuestros textos universitarios.

RECOMENDACIONES

1. Iniciar un proceso de instrucción por la vía de Adiestramientos de postgrado.
2. Incluir el aprendizaje del procedimiento en las asignaturas que estén relacionadas con el tema en las carreras de Ingenierías Química e Industrial y Licenciatura en Economía.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr.Sc. Erenio González Suárez, quien me motivo y me impulso para hacerlo.

A la Lic. Guadalupe Polo Castro, con quien aprendí mucho de lo que hoy aplico

FUENTES DE INFORMACION CONSULTADAS

1. González, B. “*Las bases de las finanzas empresariales*”. Editorial Academia, La Habana, Cuba, 2001. 116-124
2. González, E; y otros. “Vías para el diseño de nuevas instalaciones de la industria de procesos químicos fermentativos y farmacéuticos” Editorial Científico-técnica 2005. 253-258
3. González, V. M. y otros “Estudio de Factibilidad técnico- económica para el montaje y explotación de una planta recuperadora de Gas Carbónico en la Empresa Azucarera Antonio Sánchez”. MINAZ Cienfuegos, 2005
4. González, V. M. y Otros “Estudio de Factibilidad para la modernización y explotación de una planta recuperadora de Gas Carbónico en la Destilería de la Empresa Azucarera Melanio Hernández”. MINAZ Sancti Spíritus, 2007
5. MEP, Dirección de Inversiones. “Metodología para la evaluación de los Estudios de Factibilidad de Las Inversiones Turísticas” La Habana, febrero de 1996.
6. Mofinet, Otros Servicios de. “Manual de Conceptos Financieros, 2002
7. ONUDI Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, 189-190.
8. Pérez, R. “Programas Balance, Deuda y Flujos”. Dirección de Inversiones. MINAZ. 1999
9. Rodríguez, G. “Los criterios de decisión para la evaluación de inversiones. Algunas reflexiones”. *Economía y Desarrollo No. 2 / Vol. 131 / Jul.-Dic. / 2002*
10. Vázquez, V. “Aspectos que se analizan en los Estudios de Factibilidad de Inversiones”. REVISTA BETSIME 2001

FECHA DE PRESENTACION: 18 de Febrero de 2008