

VI INTERAMERICAN CONGRESS OF CHEMICAL  
ENGINEERING.

Caracas, Venezuela  
July 13 to 16, 1975

ANALISIS DE SENSIBILIDAD EN LA EVALUACION  
ECONOMICA DE PROYECTOS USANDO PROFIN

Rodrigo Varela V.  
Cartón de Colombia, S.A.  
Cali - Colombia

Theme II

Transference of Technology



Rodrigo Varela V.

## RESUMEN

Con el fin de conocer las variaciones que pueden ocurrir en el criterio decisorio por cambios en los parámetros económicos que intervienen en la evaluación de un proyecto de inversión, se desarrollo PROFIN, el cual ha sido usado en la evaluación de una serie de proyectos industriales y en práctica docente.

Debido a la magnitud involucrada en proyectos de inversión y al grado de incertidumbre existente no solo en lo relacionado al mercado (precio, volumen), sino también a las variaciones que pueden ocurrir en los costos de operación, en los costos de adquisición de equipos y en las inversiones de otra índole requerida para el desarrollo del proyecto, es necesario realizar un análisis detallado de la rentabilidad del proyecto cuando alguno de los parámetros económicos cambia.

En general la rentabilidad de todo proyecto se efectúa asignando a cada variable (costos de operación, unidades producidas, precio de venta, capital, gastos de administración, etc.) un valor "único" considerado como el más probable. Sin embargo, todos sabemos que del momento de realizarse la evaluación económica de un proyecto a la ejecución real del mismo transcurre un período de tiempo relativamente largo, durante el cual muchos de nuestros valores más probables, pueden sufrir modificaciones y un gran número de nuestras suposiciones básicas pueden cambiar. Es conveniente pues, disponer de información sobre la incidencia de estas variaciones en la rentabilidad del proyecto.

Sobra indicar que periódicamente deben hacer evaluaciones del proyecto pero es necesario tener conocimiento desde la primera evaluación de los efectos que pueden tener en la rentabilidad, las variaciones ya indicadas. Uno de los métodos existentes para realizar este análisis es el conocido como Análisis de Sensibilidad, el cual consiste en evaluar la magnitud del cambio que ocurriría en el criterio decisorio de la inversión cuando uno o varios de nuestros valores "únicos" sufran una modificación.

El procedimiento a seguir en la realización del Análisis de Sensibilidad es:

- 1.- Reunir la información y determinar los valores más probables para todas las variables.
- 2.- Calcular los flujos netos de fondos con los valores más probables determinados en (1) y determinar el criterio decisorio.
- 3.- Estimar las variaciones que se cree puedan existir en las variables, alrededor de los valores más probables.

- 4.- Cambiar cada uno de los datos sujetos a variación de acuerdo a (3), manteniendo constantes los demás, y repetir el paso (2). Este proceso permitirá determinar el efecto o la sensibilidad del criterio decisorio ante la variación del dato en consideración.

Este método pues, permite determinar el efecto de cada una de las variables en el criterio decisorio y por ende en la factibilidad económica del proyecto. Da además una indicación clara de las variables más significativas, evitando el costo adicional de reevaluar los valores más probables correspondientes a variables cuyo efecto en el criterio decisorio es menor. Nos especifica no solo las variables que por su significancia deben ser reevaluadas más precisamente para poder tomar una decisión económica bien fundamentada, sino también (para) los parámetros económicos que deben ser controlados en detalle durante la ejecución del proyecto para evitar un descalabro económico.

Frecuentemente se usa este método para determinar cuanta variación en uno de los parámetros económico de un proyecto sería requerida para lograr puntos de equilibrio en rentabilidad usando valores promedios de las otras variables.

La desventaja de este método es el no dar una indicación del riesgo existente en el proyecto y aislar el efecto económico de fluctuación de varias variables. Estos problemas se resuelven con una técnica más sofisticada denominada Análisis Probabilístico.

Obviamente Análisis de Sensibilidad conlleva una serie de cálculos repetidos, que se pueden realizar con eficacia mediante un programa de computador, que efectue directamente las variaciones requeridas, y nos presente los resultados buscados.

A continuación indico las capacidades de PROFIN. F4, el cual fue desarrollado para Colorado School of Mines, se ha usado tanto en docencia como en asesoría a Empresas, y tiene como objetivo primordial la evaluación económica de proyectos incluyendo el Análisis de Sensibilidad.

- 1.- Permite el análisis de dos tipos de situaciones:

- a.- Los flujos de fondos y las inversiones del proyecto son

conocidos y se desea calcular la rata de retorno descontada de los flujos de fondos y realizar un análisis de sensibilidad de los parámetros involucrados.

- b.- Las ventas brutas, inversiones, gastos de operación, etc. son conocidos y hay necesidad de calcular flujos de fondos inversiones después de impuestos, y posteriormente determinar RRDF y realizar un análisis de sensibilidad de los parámetros involucrados.
- 2.- Permite el uso de dos clases de interés compuesto:
- a.- Interés discreto bajo la convención fin de año
  - b.- Interés continuo, considerando algunos dineros como sumas al final del año, y otros como fondos fluyendo durante el año.
- 3.- Permite el manejo de dinero prestado, pero supone que este se presta durante el período de construcción distribuido en cuotas iguales en el caso de interés discreto, o como entregas continuas en el caso de interés continuo. Este dinero se paga en cuotas iguales durante la etapa productiva. Se supone un interés equivalente que permite la exención de interés durante los años de construcción.
- 4.- Permite el uso de un método de depreciación de los siguiente: Línea recta, Balanza doble declinante, Balanza doble declinante con cambio a línea recta. La depreciación se aplica en la etapa productiva, y los períodos de depreciación pueden ser diferentes para cada inversión. El período de depreciación puede ser igual, mayor o menor que la vida del proyecto, y el programa, ajusta el valor en libros con el valor de salvamento considerando los efectos tributarios.
- 5.- Permite el cálculo de gastos de agotamiento tanto por costo como porcentualmente teniendo en cuenta el límite en agotamiento porcentual fijado por regulaciones tributarias.
- 6.- Permite el manejo de varios capitales de trabajo, bajo la suposición de su completa recuperación al final de la vida del proyecto.
- 7.- Maneja inversión en tierra suponiendo que ellas no son deprecia-

bles de su completa recuperación al final de la vida del proyecto.

- 8.- Puede convertir inversiones ocurridas durante el período de construcción y que pueden ser descontadas el mismo año en inversiones después de impuestos. Las inversiones descontables ocurridas durante el período productivo deben ser incluidas en gastos de operación.
- 9.- En el caso de créditos tributarios supone que existen otros proyectos con ingresos suficientes para descontarlos en el mismo año.

Veamos ahora capacidades en cuanto análisis de sensibilidad en cada caso (1a., 1b). El análisis se realiza mediante una variación porcentual fija, la cual puede ser positiva o negativa. Esta variación se usa para todos los parámetros, manteniendo los que no están en análisis al nivel original.

En el caso más general realiza análisis de sensibilidad de los siguientes parámetros:

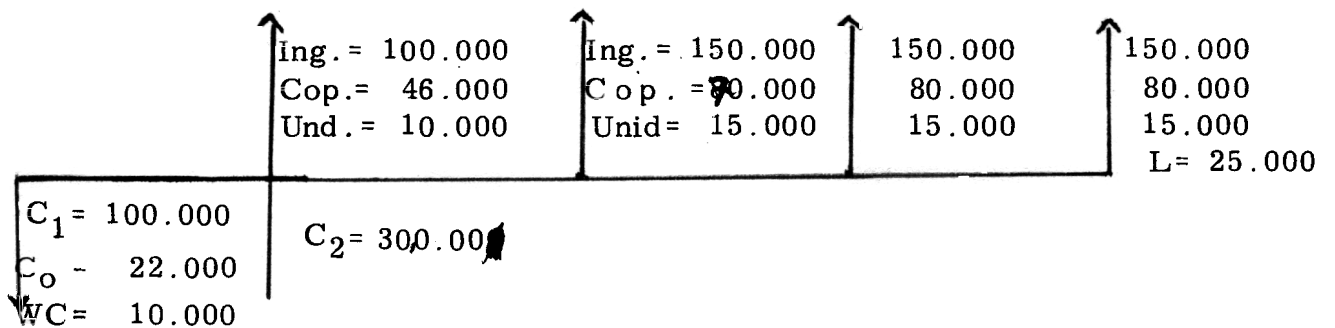
- Ingresos brutos
- Costos de operación
- Inversión en tierra
- Inversiones depreciables
- Dinero prestado
- Valores de salvamento
- Unidades extraídas pero solo en cuanto gastos de agotamiento
- Inversión agotable
- Capitales de trabajo.

En el caso más sencillo realiza el análisis de sensibilidad en los siguientes parámetros:

- Inversión en tierra
- Inversiones depreciables
- Dinero prestado
- Valores de salvamento
- Inversiones agotables
- Flujos de Fondo
- Capitales de trabajo.

Anexo #1 presenta el output dado por el Programa al problema siguiente tomando del texto "Engineering Economy and Investment Decision Methods", by Frank Stermole.

"Se necesita realizar una evaluación económica del proyecto mineral cuyos datos se indican en el diagrama adjunto.



La inversión de capital  $C_1$  para equipo de producción puede ser depreciada sobre cuatro años usando BDD a partir del año 1. La inversión de capital  $C_2$  para equipo de producción puede ser depreciada sobre tres años usando BDD empezando en el año 2. El valor de salvamento de  $C_1$  y  $C_2$  al final de los cuatro años es 25.000. Para depreciación el valor de salvamento de  $C_1$  y  $C_2$  se puede considerar nulo, y es posible cambiar a línea recta cuando sea conveniente.

$C_0$  son los costos de adquisición de los derechos minerales para un depósito de 55.000 unidades (Inversión agotable). El porcentaje de agotamiento es del 15%. Con un límite del 50% la tasa efectiva de impuestos es 50%. El capital de trabajo requerido es 10.000 el cual será recuperable al final del cuarto año.

Si \$ 80.000 son prestados al tiempo cero al 10% con cuatro pagos iguales de \$ 20.000 empezando en el año 1, calcular:

- Utilidades netas y flujos de fondo cada año
- Rata de retorno descontada (DCFRROR)
- Realizar un análisis de sensibilidad, si nuestros parámetros

económicos pueden incrementar en un 15%

La primera hoja del anexo presenta las depreciaciones de cada inversión y la depreciación total anual. Además aparece el valor presente de las inversiones (PVE), de los flujos de fondos (PVCF) y el valor presente neto (NPV) para los valores pares de rata de retorno entre cero y la rata de retorno desconocida de los flujos de fondos (DCFROR).

En la página dos del anexo esta el cuadro de flujos de fondo netos con los cálculos de intereses, agotamiento, impuestos, pagos de capital, etc. Aparece además la rata de retorno descontada de los flujos de fondos (DCFROR), y los datos del problema.

Luego tenemos la sección de sensibilidad y apreciamos como:

- 1 Un 15% de aumento en ingresos origina un aumento de casi un 55% en rentabilidad.
- 2.- Un 15% de aumento en costos de operación origina una disminución de un 30% en rentabilidad

Un 15% de aumento en las inversiones depreciables representa una disminución de un 30% en la rentabilidad.

- 4.- Un aumento del dinero prestado a 120.000 implica un aumento en la rentabilidad de mi dinero en un 16%.
- 5.- Vemos como las variaciones en tierra, valor de salvamento unidades removidas (se supone que solo afecta la cuenta de agotamiento), inversión agotable y capital de trabajo originan variaciones muy pequeñas.

#### CONCLUSIONES:

1. PROFIN F4 es una herramienta muy útil para la evaluación de proyectos y la realización del análisis de sensibilidad, no solo por su flexibilidad sino por la cantidad de tiempo que nos economiza.



- 2.- Con PROFIN F4 determinamos claramente los parámetros económicos importantes en el proyecto, o sea aquellos que deben ser evaluados con el mayor grado de exactitud, y controlados al máximo para evitar fluctuaciones fuera del rango esperado.

REFERENCIAS:

- 1 Stermole Frank, Engineering Economy and Investment Decision Methodos. Colorado School of Mines, 1974
- 2.- Varlea Rodrigo. Profin F4, Manual de instrucciones Colorado School of Mines, 1973

DEPRECIATION FOR INVESTMENT DONE IN YEAR 0

YEAR	DEPRECIATION	BOOK VALUE
0	0.000	100000.000
1	50000.000	50000.000
2	25000.000	25000.000
3	12500.000	12500.000
4	12500.000	0.000

DEPRECIATION FOR INVESTMENT DONE IN YEAR 1

YEAR	DEPRECIATION	BOOK VALUE
0	0.000	0.000
1	0.000	30000.000
2	20000.000	10000.000
3	6666.667	3333.333
4	3333.333	0.000

YEARLY TOTAL DEPRECIATION

YEAR	TOTAL DEPRECIATION
1	50000.000
2	45000.000
3	19166.667
4	15833.333

ROR	PVE	PVCF	NPV
2	81412.	157656.	76244.
4	80846.	149731.	68885.
6	80302.	142410.	62108.
8	79778.	135633.	55855.
10	79273.	129350.	50077.
12	78786.	123514.	44728.
14	78316.	118084.	39768.
16	77862.	113025.	35163.
18	77424.	108303.	30879.
20	77000.	103890.	26890.
22	76590.	99760.	23170.
24	76194.	95889.	19695.
26	75810.	92256.	16446.
28	75437.	88842.	13404.
30	75077.	85630.	10553.
32	74727.	82634.	7877.
34	74388.	79751.	5363.
36	74059.	77057.	2998.
38	73739.	74510.	771.

40 73429. 72121. -1328.

K	GR. INCOME	OP. COST	INTEREST	DEPRECIAT	T. I. B. DEP	DEFLECTION	TAXES	NET PROFIT	CASH FLOW
1	100000.	44000.	9000.	50000.	-4000.	4200.	-4000.	-4000.	30000.
2	150000.	72000.	6000.	45000.	29000.	14500.	7250.	7250.	46750.
3	150000.	80000.	4000.	19167.	46833.	22500.	12167.	12167.	33833.
4	150000.	80000.	2000.	15833.	52167.	22500.	14833.	14833.	33167.

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC) = 39.7349

L = 25000.  
 LCF = 0.  
 BM = 82000.  
 TR = 0.500  
 RBK = 24.102  
 DI = 22000.  
 NUM = 55000.  
 PDA = 0.150  
 LPO = 0.500  
 KC = 1  
 NE = 4  
 ME = 4  
 S = 0  
 MKH = 4  
 LL = 0  
 KK = 0  
 NN = 0  
 KI = 2  
 LMO = 12500.

YEAR	INVESTMENT	SALVAGE VALUE	YEARS OF DEPRECIATION	REMOVED UNITS	WORKING CAPITAL
0	100000.00012	0.00000	4	0.00	10000.00
1	30000.00012	0.00000	3	10000.00	0.00
2	0.00000	0.00000	0	15000.00	0.00
3	0.00000	0.00000	0	15000.00	0.00
4	0.00000	0.00000	0	15000.00	0.00

PERCENTAGE OF CHANGE IN GROSS INCOMES = 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC) = 59.8767

PERCENTAGE OF CHANGE IN OPERATING COSTS= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 27.3081

PERCENTAGE OF CHANGE IN LAND COST= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 38.7349

PERCENTAGE OF CHANGE IN CONSTRUCTION COSTS= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 27.9052

PERCENTAGE OF CHANGE IN BORROWED MONEY= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 44.8898

PERCENTAGE OF CHANGE IN SALVAGE VALUES= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 39.2139

PERCENTAGE OF CHANGE IN REMOVED UNITS= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 38.9407

PERCENTAGE OF CHANGE IN DEPLETIONABLE INVESTMENT= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 35.9311

PERCENTAGE OF CHANGE IN WORKING CAPITAL= 15

DISCOUNTED CASH FLOW RATE OF RETURN(DISC)= 37.7200