

IV CONGRESO DE INGENIERIA INDUSTRIAL, ADMINISTRATIVO
Y DE SISTEMAS

COEFICIENTES DE SENSIBILIDAD POR REGRESION

RESUMEN - Este artículo presenta una extensión del concepto de Análisis de Sensibilidad en la Evaluación Económica de Proyectos de Inversión ya que el proceso descrito permite obtener mediante técnicas estadísticas (Diseño de Experimentos y Regresión múltiple) información muy detallada de la superficie de respuesta del criterio decisorio, y evaluar los coeficientes de sensibilidad de cada uno de los parámetros involucrados, cuando se presentan variaciones conjuntas de dichos parámetros económicos.

RODRIGO VARELA V, Ph.D.

Universidad del Valle

División de Ingeniería

Departamento de Información y Sistemas

De todas las decisiones que la alta gerencia debe tomar, ninguna es más difícil ni ha recibido tanta atención como la selección de proyectos de inversión. El análisis de inversiones se ha convertido en un proceso sofisticado no solo por la magnitud de dichas inversiones, que pueden generar catastrofes financieras para las organizaciones, sino también por la duración de su efecto, la inestabilidad de las condiciones económicas y el alto grado de competencia existente en el mundo de los negocios.

La evaluación de proyectos, se puede considerar como la asignación de unos recursos escasos (capital) a una serie de actividades, y la decisión óptima será aquella en la cual se logre el mejor uso de cada peso invertido, o sea cuando cada peso logre una productividad superior a un cierto valor aceptado como mínimo. Una de las formas de medir la productividad del capital es calculando la tasa de retorno que se espera recibir sobre un período futuro.

El efecto del valor del dinero en el tiempo, ha sido reconocido y aceptado universalmente y en nuestro país, con un costo de capital (no necesariamente igual a la tasa mínima de retorno) tan alto, el analista de inversiones no puede darse el lujo de olvidarlo.

La comparación de alternativas de inversión se complica además, porque generalmente entre ellas no solo hay diferencias de magnitud y posición de ingresos y los egresos, sino también, diferencias en la duración de los proyectos, en la naturaleza de ellos (independientes, mutuamente excluyentes, complementarios) y en las posibles fluctuaciones que pueden ocurrir en los parámetros económicos que los definen, (1).

En el transcurso de los tiempos, múltiples criterios cuantitativos de evaluación de proyectos han sido propuestos, analizados y determinadas sus ventajas y

desventajas (1). Actualmente la controversia se ha resuelto en favor de :

- A) TASA DE RETORNO DESCONTADA DE LOS FLUJOS DE FONDOS
- B) VALOR PRESENTE NETO

Generalmente las evaluaciones económicas de proyectos se realizan asignando a cada parámetro (Precio de venta, mercado, fracción del mercado, costos unitarios variables, costos fijos, inversiones, dinero prestado, costo de capital, impuestos, capital de trabajo, vida del proyecto, valores de mercado, crecimiento de los precios, de los costos y de la producción, etc.) un valor "único" que es considerado como el más probable (o sea el que se cree más firmemente que va a suceder).

Cuando el análisis se hace con toda seriedad y metodología estas cifras se estiman para todos los períodos del proyecto.

Pero se sabe que estas cifras (datos) son valores estimados y que obviamente están sujetos a fluctuaciones en el tiempo o sea que existe un grado de incertidumbre sobre el valor exacto de cada una de dichas cifras. Obviamente si los datos son inciertos los resultados obtenidos están sujetos también a incertidumbre y es aquí donde aparece el concepto de riesgo en la evaluación económica de proyectos. La alta gerencia debe disponer de información sobre el margen de incertidumbre, que hay en los datos, y el efecto que dicho margen tiene en el criterio decisorio, para así poder tomar mejores decisiones.

Como se puede apreciar, la dificultad actual no radica en técnicas de evaluación, sino en la necesidad que existe de realizar suposiciones, estimados y proyecciones para generar los datos que intervienen en la evaluación.

La existencia de incertidumbre (aquí nos vamos a apartar de la diferencia notable que existe en Teoría de la Decisión entre riesgo e incertidumbre y muy liberalmente se van a tomar como sinónimos), no es motivo para no tratar de predecir

los valores de los parámetros lo más acertadamente posible con la información disponible, ni es motivo para no evaluar el proyecto, o no tomar decisiones, pero si origina la necesidad de realizar un análisis más exhaustivo del problema.

Durante los últimos años nuevas técnicas y métodos han sido desarrollados con el fin de permitir al analista de proyectos generar información acerca del riesgo existente en la inversión, y la importancia que pueden tener ciertos parámetros en la rentabilidad de la inversión, pudiendo así proveer a la alta gerencia con información más amplia sobre el proyecto.

Algunas de ellas son:

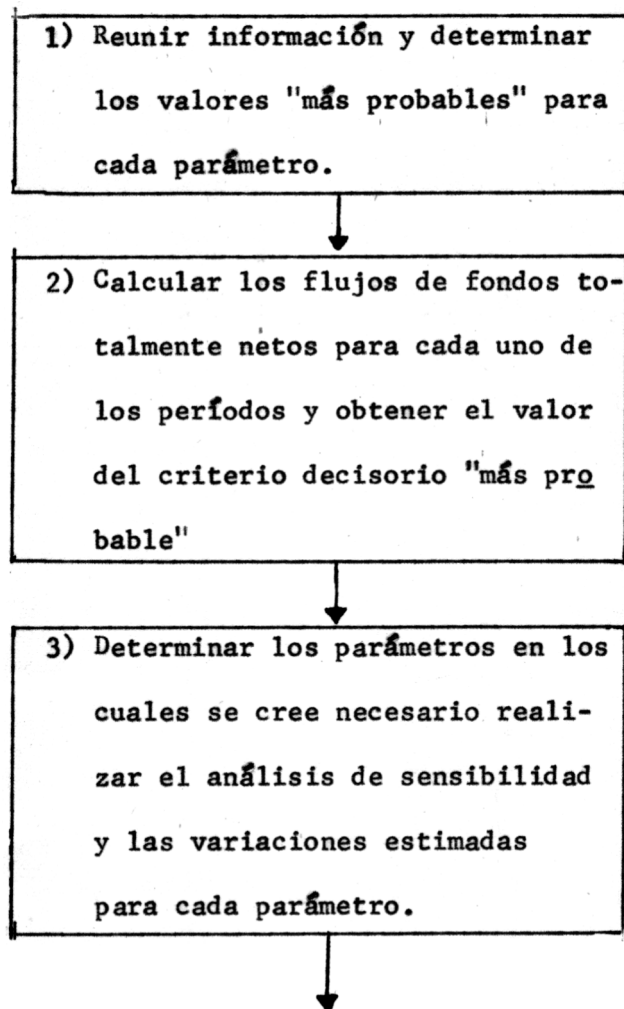
- a) Análisis a 3 niveles
- b) Tasas de retorno ajustadas por riesgo
- c) Análisis de Sensibilidad
- d) Curvas de indiferencia
- e) Análisis probabilístico - Valor esperado
 - Arboles de decisión
 - Distribuciones normales
 - Distribuciones log. normales
 - Simulación Montecarlo.
- f) Funciones de satisfacción (Utility Functions)
- g) Teoría de juegos
- h) Equivalentes de certeza
- i) Dominancia estocástica
- j) Robustness & Stability
- k) Preference Theory
- l)


Este artículo trata de una extensión del análisis de sensibilidad tradicional, el cual consiste simplemente en evaluar la magnitud del cambio que ocurriría en el

criterio decisivo si uno de los valores más probables sufriese una modificación. En terminos matemáticos es sencillamente la pendiente de la superficie de respuesta con respecto al parámetro X_i , o sea

$$\frac{\partial(VPN)}{\partial X_i} \quad 0 \quad \frac{\partial(TRDFF)}{\partial X_i}$$

El procedimiento que se sigue para realizar el análisis de sensibilidad es básicamente el siguiente





4) En cada opción determinada en (3) y manteniendo los demás datos en su valor original repetir la etapa (2)

Este método pues, permite definir el efecto de cada parámetro en el valor del 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. Especifica, no solo las variables que deben ser reevaluadas cuidadosamente por su significancia para poder tomar decisiones económicas fundamentadas, sino también los parámetros económicos que deben ser cuidadosamente controlados durante la ejecución del proyecto para evitar un descalabro. Frecuentemente se usa este método para determinar cuanta variación en uno de los parámetros económicos del proyecto sería requerida para lograr puntos de equilibrio en rentabilidad usando valores promedios de otras variables.

En la referencia (2) se indican las capacidades de PROFIN, un programa de computador que permite realizar análisis de sensibilidad en la forma antes indicada. Este programa fué desarrollado e implementado por el autor en Colorado School of Mines para usarlo en docencia y en asesoría. Actualmente en la Universidad del Valle se le están haciendo algunas modificaciones que lo hagan más flexible y se espera presentar sus alcances en un próximo congreso.

Sin embargo en muchas ocasiones existe la posibilidad de cambios simultáneos en varios parámetros y hay necesidad de conocer no solo el valor que tendría el criterio decisorio si estos cambios ocurren, sino también cual es la contribución

de cada parámetro cambiante en el resultado final.

Para obtener la información anterior, o sea el efecto de cada parámetro o combinación de parámetros, en una forma confiable y rápida, la estadística dispone de un procedimiento sistemático y controlado para determinar en una forma estratégica las combinaciones de parámetros que se deben realizar (Diseño Estadístico de Experimentos), e inferir conclusiones valederas, con un número relativamente pequeño de ensayos.

"Las variables que se van a ensayar se denominan en general Factores, los valores particulares de cada variable se denominan Niveles del Factor, las combinaciones de factores usadas en un ensayo se denominan Tratamientos, el resultado del ensayo se denomina Respuesta, y la contribución de cada factor o combinación de ellas en la respuesta se denomina Efecto. (3)"

"Si todos los factores representan variables cuantitativas, es natural pensar que la respuesta pueda expresarse como una función de estas variables o sea

$$Y_u = \phi (X_{1u}, X_{2u}, \dots, X_{ku}) + e_u$$

Donde $u = 1, 2, \dots, N$ representa las N observaciones o respuestas del experimento factorial y X_{iu} representa el nivel de i -ésimo factor en la u -ésima observación. A la función ϕ se le denomina superficie de respuesta. Un conocimiento completo de la función ϕ da una imagen total de los resultados de los ensayos, permite predecir las respuestas para valores de X_{iu} que no fueron probados en el experimento, pero que están en el área estudiada y conocer la importancia de cada factor o combinación de factores en el valor de la respuesta. (4)".

La función ϕ puede aproximarse satisfactoriamente dentro de la región experimental por un polinomio de las variables X_{iu} .

Como se puede apreciar el objetivo buscado:

DETERMINAR EL VALOR DEL CRITERIO DECISORIO CUANDO OCURREN SIMULTANEAMENTE CAMBIOS EN VARIOS PARAMETROS.

DETERMINAR LA CONTRIBUCION DE CADA PARAMETRO.

Se puede satisfacer por esta metodología estadística y por lo tanto se sigue.

El siguiente problema hipotético permite presentar el uso de dicha metodología.

P R O B L E M A

En el análisis del desarrollo carbonífero del Valle, se requiere una evaluación económica, y Usted como experto que es en dicha área, es llamado para que realice el trabajo. La información que Usted recibe se resume así: (Los datos en paréntesis se refieren al año en el cual se realiza la operación).

INVERSIONES

Tierra 100.000 (-2) ; Valor de mercado (5) = 150.000

Equipo para desarrollo de mina: 400.000 (-1), depreciable por BDD durante los 5 años de producción sin existir cambio de método de depreciación. VM(5) = 10.000

Equipo de producción minera: 600.000 (0), depreciable SAD durante los 5 años de producción. VM(5) = 40.000

Edificio: 200.000 (-1) depreciable LR durante 25 años. VM(5) = 152.000

Equipo preparación suspensión: 300.000 (0), depreciable unidades producidas durante los 5 años. VM(5) = 50.000. QT=60.000 Toneladas.

Adquisición derechos Minerales: 700.000 (+1). Porcentaje Agotamiento 15%

Límite de Agotamiento 35%. Factor de continuidad 10%.

Reservas totales 60.000 toneladas.

Formación de la Organización: 400.000 (0). Amortizable a 5 años.

Investigación y Desarrollo: 100.000 (en el período -2, -1), deducible de otros ingresos en (-1)

150.000 (en el período -1,0) deducible de otros ingresos en (0)

Capital de trabajo: 150.000 (0) y 150.000 (3). Se recuperan completamente al final del año 5.

Impuestos

Utilidades gravables, sobre-depreciación, Pérdidas en valor 40%

Ganancias ocasionales

Precio de venta : \$ 250.00/Ton. 1^{er} año

Costo de producción: \$ 120.00/Ton. 1^{er} año

Dinero Prestado: \$ 600.000 (-1) y 500.000 (0). El préstamo de 600.000 paga solo intereses en (0), y a partir de (1) paga intereses y cuota de capital.

El de 500.000 a partir del 1 paga intereses y cuota capital. Las cuotas de capital son uniformes durante los 5 años.

En todos los años hay ingresos de otras fuentes, de los cuales se pueden descontar los egresos de este proyecto y obtener así los beneficios tributarios en el momento en el cual ocurren.

Para el análisis económico se encuentra que hay 3 factores que pueden fluctuar o sea tomar valores en un cierto rango y cada uno de estos factores tiene ciertos niveles.

El objetivo del análisis radica en determinar la incidencia de cada factor en el valor del criterio decisorio (En este caso Valor Presente Neto (V P N) y Tasa de Retorno Descontada de los Flujos de Fondos (TRDF)).

La tasa mínima de retorno después de impuestos de la organización es 25%.

La información sobre los factores es:

FACTOR 1 PLAN DE PRODUCCIÓN - Se ha considerado necesario estudiar varios planes de producción alternos, pues obviamente esto afectará la distribución de los flujos de fondos y por ende los criterios decisivos (Respuestas). Se tiene en mente 3 esquemas de Producción y por ser lineales se identificarán en función de sus pendientes.

NIVEL 1 Producción uniforme durante los 5 años,
 $Q(J) = 12.000$ $J = 1,2,3,4,5,$
Se identificará como $m(1) = 0$

NIVEL 2 Producción decreciente
 $Q(J) = 15.000 - 1000(J)$
Se identificará como $m(2) = -1$

NIVEL 3 Producción creciente
 $Q(J) = 9000 + 1000(J)$
Se identificará como $m(3) = 1$

FACTOR 2 COSTO DEL DINERO PRESTADO. Aún no se tiene muy definida la fuente de financiación para la ejecución del proyecto, pero de acuerdo a los contactos hechos se tienen básicamente 3 niveles.

NIVEL 1 15% anual
NIVEL 2 18% anual
NIVEL 3 24% anual

FACTOR 3

TASAS DE CRECIMIENTO EN PRECIOS Y COSTOS

Se considera en la organización que los precios y los costos no necesariamente van a permanecer estáticos y que cada año pueden sufrir una variación geométrica de acuerdo a una tasa de crecimiento que por simplicidad se considera igual para los dos conceptos. Las expresiones básicas de los Precios de Venta y de los Costos de Producción unitario son

$$PV_{(J)} = PV_{(1)} (1+TC)^{J-1}$$

$$CP_{(J)} = CP_{(1)} (1+TC)^{J-1}$$

Los analistas económicos han considerado necesario incluir 4 niveles.

NIVEL 1	0%
NIVEL 2	5%
NIVEL 3	10%
NIVEL 4	15%

SOLUCION. Como vemos tenemos dos factores a 3 niveles y un factor a 4 niveles. En este caso por ser ensayos en el computador que no requieran mucho tiempo de máquina, o sea que no tenían un costo excesivo, se resolvió usar un diseño completo, el cual nos da una mayor posibilidad de investigar efectos individuales, interacciones, y ordenes superiores.

Es claro que en casos complejos en los cuales el número de factores o niveles sean altos, o el tiempo requerido para cada ensayo sea considerable, hay necesidad de usar una fracción del diseño completo para evitar costos excesivamente altos, con la limitante de no poder dilucidar algunos de los efectos.

En el apéndice I aparecen algunos cálculos que son constantes para todos los

36 ensayos, y en apéndice II aparece la solución de dos casos.

La tabla # 1 presenta los resultados obtenidos en los 36 ensayos, usando como respuesta la Tasa de Retorno Descontado de los Flujos de Fondos, y la tabla #2 los resultados usando como respuesta Valor Presente Neto.

De las tablas anteriores se puede observar que existen diferencias notables entre los distintos tratamientos lo cual, era de esperarse. Con el fin de tener una idea más clara de la respuesta a cada uno de los tratamientos se construyeron los gráficos # 1, # 2 y # 3 que corresponden cada uno de ellos a un plan de producción usando como variable independiente el factor 3 (tasa de crecimiento), como parámetro el factor 2 (costo de capital) y como variable dependiente TRDFF. Estos gráficos indican claramente que la TRDFF aumentan con la tasa de crecimiento y disminuyen con el costo de capital; pero además indican la existencia de relaciones prácticamente lineales. La gráfica # 4 no es más que la superposición de las 3 gráficas anteriores.

Una vez obtenidos los resultados anteriores es interesante tener una expresión que de una idea clara de lo que sucedería en los criterios decisorios, si alguno de los 3 factores (Plan de Producción, Costo de Capital, y Tasa de Crecimiento) sufriese cambios en el rango analizado. Por la magnitud del diseño usado, es posible a través de un análisis de varianza determinar la significancia de los efectos individuales y de las interrelaciones que existen entre los factores, y aún poder definir la significancia de los efectos de 1^{er} y 2^o orden.

Sin embargo debido a la forma de los gráficos y a los objetivos propios del trabajo se considero que era posible seguir un camino más corto, cual es el alimentar los resultados a un programa de regresión empezando solo por efectos lineales, con el conocimiento de que la ecuación de regresión lineal puede no gene -

T A B L A # 1

VALORES DE LA TASA DE RETORNO DESCONTADA DE LOS FLUJOS DE FONDOS

FACTOR 1	PLAN 1			PLAN 2			PLAN 3		
	15	18	24	15	18	24	15	18	24
Factor 2 / Factor 3	32.35	31.44	29.62	34.50	33.56	31.89	30.10	29.22	27.50
5	35.72	34.84	33.10	37.65	36.75	34.96	33.61	32.78	31.12
10	38.64	37.81	36.52	40.78	39.91	38.18	37.08	36.28	34.68
15	41.88	41.08	39.89	43.86	43.02	41.35	40.05	39.72	38.18

T A B L A # 2

VALORES DEL VALOR PRESENTE NETO

FACTOR I	P L A N I			P L A N 2			P L A N 3		
	15	18	24	15	18	24	15	18	24
Factor 2 / Factor 3									
0	980644	920386	799868	1067111	1008539	891396	870468	810209	689691
5	1279444	1219185	1098667	1339492	1280920	1163777	1189546	1129287	1008769
10	1569321	1510749	1424830	1635678	1577107	1459963	1539249	1478999	1358473
15	1918008	1859436	1780256	1957283	1898712	1781568	1921756	1861498	1740980

PLAN 1

TRDFF

%

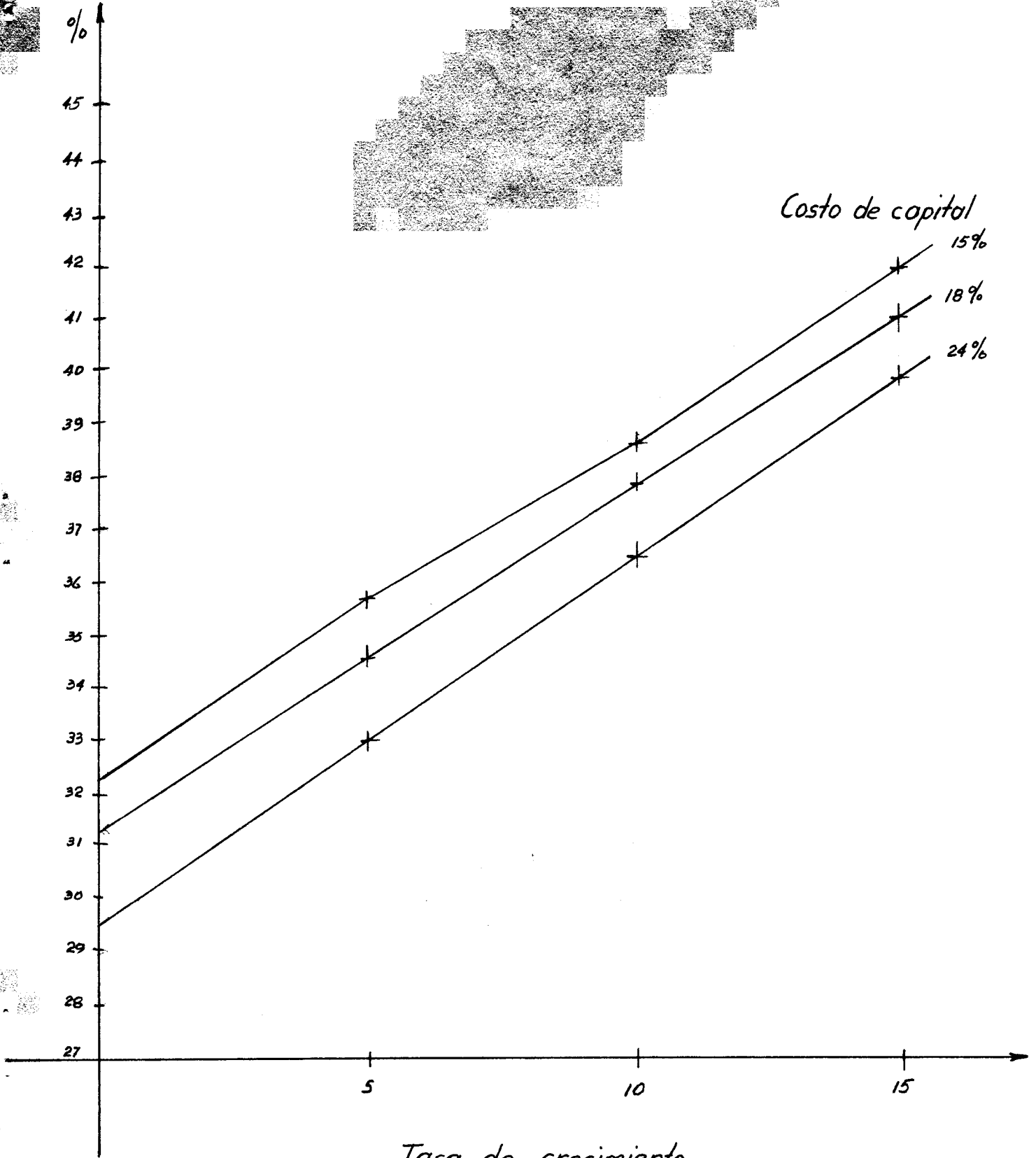
45
44
43
42
41
40
39
38
37
36
35
34
33
32
31
30
29
28
27

Costo de capital
15%
18%
24%

5 10 15

Tasa de crecimiento

Fig 1



PLAN 2

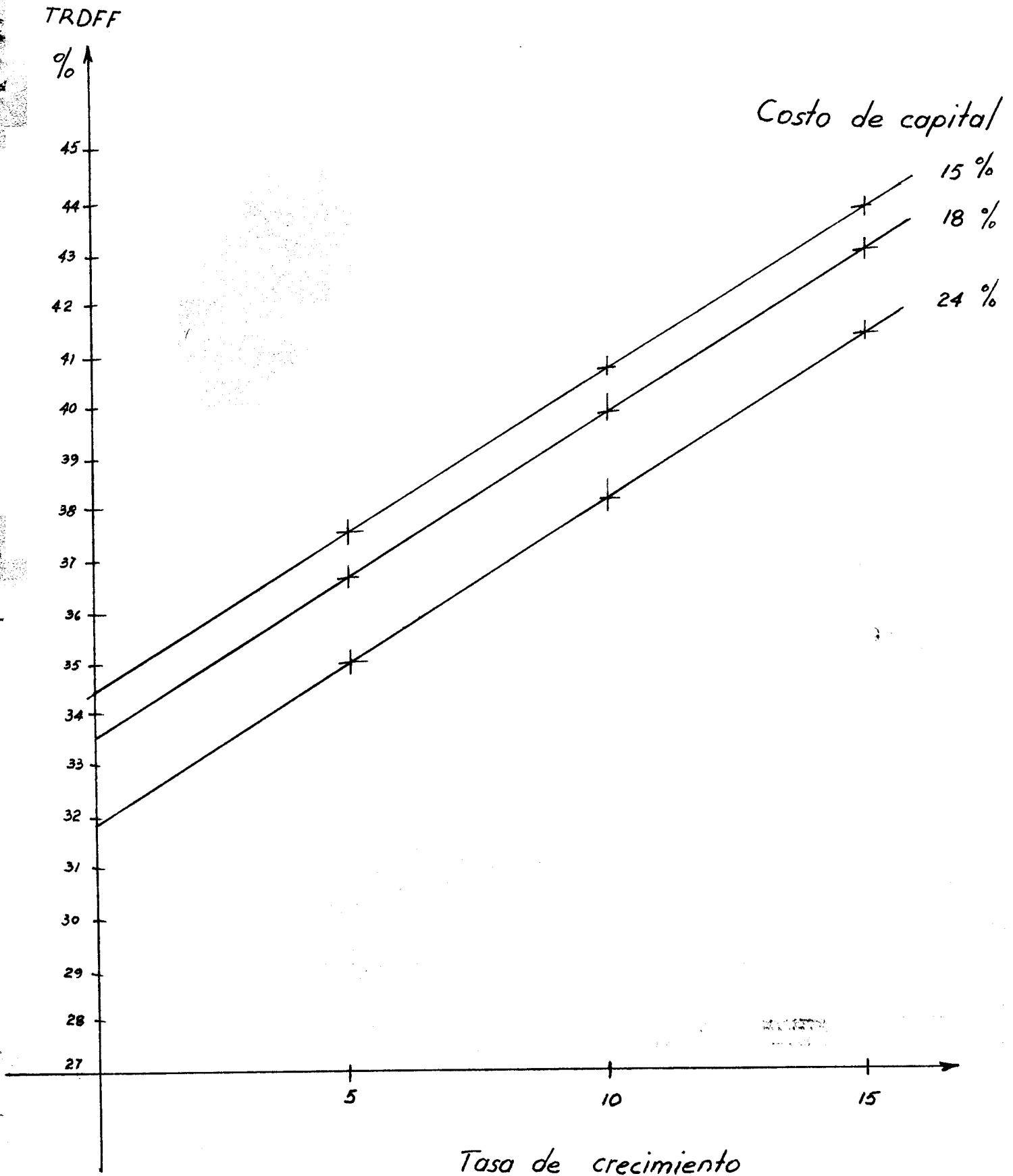
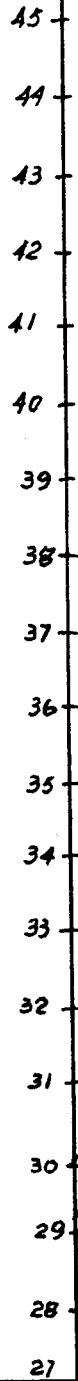


Fig. 2

PLAN 3

TRDFF

%



Costo de capital

15%

18%

24%

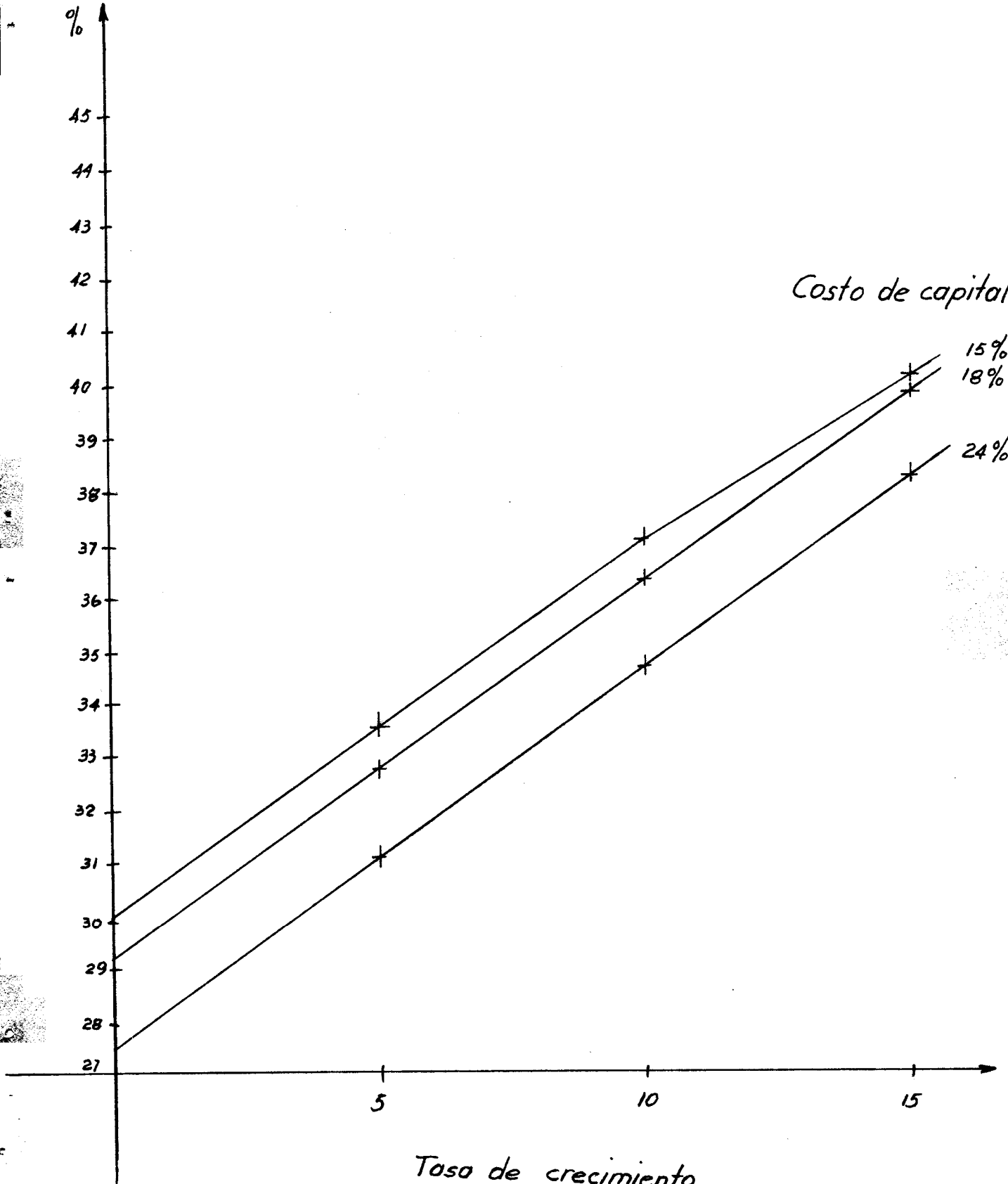
5

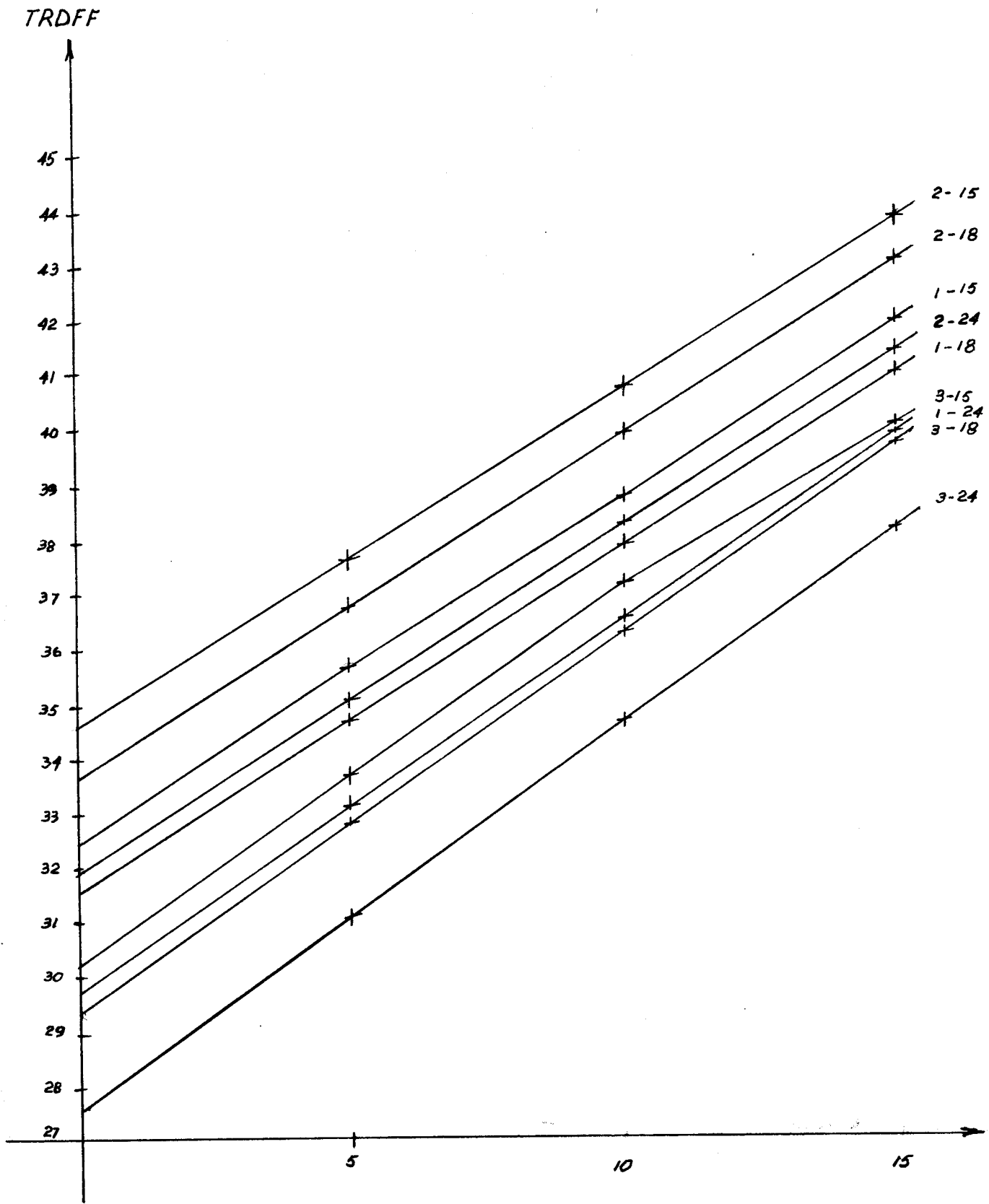
10

15

Tasa de crecimiento

Fig. 3





Tasa de crecimiento

Fig. 4

rar un buen ajuste.

Los resultados obtenidos en este proceso fueron:

$$\begin{aligned} \text{a) TRDFF} &= 36.39 - 1.9 (\text{Pendiente}) + .6624 (\text{Tasa crecimiento}) - \\ &\quad .2760 (\text{Costo capital}) \end{aligned} \quad (1)$$

Coefficientes de correlación múltiple = .99878

Error standard de estimación = .21696

La tabla # 3 presenta el análisis de Varianza para la regresión anterior.

En relación al Valor Presente Neto, se obtuvo lo siguiente

$$\begin{aligned} \text{VPN} &= 1243470 - 60943 (\text{Pendiente}) + 64197 (\text{Tasa de Crecimiento}) \\ &\quad - 19118 (\text{Costo de Capital}) \end{aligned} \quad (2)$$

Coefficiente de correlación múltiple = .99685

Error standard de estimación = .31136

La tabla # 4 presenta el análisis de Varianza para la regresión anterior.

De los resultados de las tablas # 3 y # 4, y de los valores de los coeficientes de Correlación múltiple y el Error Standard de Estimación, se pudo concluir que el ajuste lineal propuesto era adecuado y no era necesario usar modelos más complejos, razón por la cual se aceptaron las ecuaciones (1) y (2) como descriptivas de las superficies de respuesta de los criterios decisorios propuestos.

De las expresiones anteriores 1 y 2 se pueden evaluar los coeficientes de sensibilidad de la superficie, que por seguir una expresión lineal son constantes, y se obtuvieron los siguientes valores,

$$\frac{\partial (\text{TRDFF})}{\partial (\text{COSTO CAPITAL})} = - .2760$$

$$\frac{\partial (\text{TRDFF})}{\partial (\text{TASA DE CRECIMIENTO})} = .6624$$

TABLA # 3

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION DE LA TASA DE
RETORNO DESCONTADA DE LOS FLUJOS DE FONDOS

FUENTE	Grados de Libertad	Suma de cuadrados	Media de Cuadrados	F
Atribuible a Regresión	3	.61909E03	.20636E03	.43842E04
Desviación de Regresión	32	.15062E01	.47069E-01	
Total	35	.62060E03		

TABLA # 4

ANALISIS DE VARIANZA PARA LA REGRESION DEL VALOR PRESENTE
NETO

FUENTE	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Media de Cuadrados	F
Atribuible a Regresión	3	.49098E13	.16366E13	.16881E04
Desviación de Regresión	32	.31023E11	.96947E09	
Total	35	.49408E13		

En base a dichos coeficientes se puede valorar la importancia relativa de cada factor, y tener una idea clara de la contribución de cada uno de ellos al valor del criterio decisorio. O sea que, mientras un incremento de 1 unidad en la tasa de crecimiento origina una variación positiva de .6624 unidades en la TRDFF un incremento de 1 unidad en el costo del capital produce una variación negativa de .2760 unidades en la TRDFF, lo cual nos indica que el criterio decisorio es aproximadamente 2.4 veces más sensible en valor absoluto a variaciones en la tasa de crecimiento que a variaciones en el costo de capital.

El plan de producción por su forma de cuantificación, no es muy indicativo con respecto a los otros factores, pero si permite analizar el efecto de variaciones en dicho plan, siempre y cuando estas sean lineales y esten en el rango de pendientes analizado (-1,1).

Con estas ecuaciones se puede muy facilmente evaluar el valor del criterio decisorios para distintas combinaciones o tratamientos de los factores, siempre y cuando estas esten dentro del rango analizado.

Este procedimiento permite una evaluación de los coeficientes de sensibilidad más cercana a la realidad que la evaluación que se realiza en el análisis de sensibilidad uniparamétrico.

CONCLUSIONES

- 1) El diseño estadístico de experimento puede usarse con mucho éxito en la realización del Análisis de Sensibilidad de Proyectos de inversión.
- 2) Las técnicas de regresión múltiple permiten obtener los coeficientes de sensibilidad y expresiones generales de la superficie de respuesta.
- 3) Los coeficientes de Sensibilidad obtenidos por este método dan una indi-

cación directa de la importancia relativa de los diferentes factores incluidos en el análisis.

- 4) Este procedimiento es superior al análisis de sensibilidad tradicional, por cuanto incluye efectos combinados de los distintos factores.
- 5) Aunque no da tanta información como el análisis Probabilístico, el tipo de información requerida es menor y los costos de corrida son mucho más bajos, razón por la cual podemos decir que este método es un punto intermedio entre el Análisis de Sensibilidad Tradicional y el Análisis Probabilístico.

BIBLIOGRAFIA.

- 1) Varela Rodrigo "Métodos Cuantitativos en la evaluación económica de alternativas operacionales, y Proyectos de Inversión."
Universidad del Valle, Marzo 1.976
- 2) Varela Rodrigo Análisis de Sensibilidad en la evaluación económica de proyectos usando PROFIN.
VI Interamerican Congress of Chemical Engineering. Caracas
Julio 1.971
- 3) Peters M.S., Timmerhaus K.D., "Plant Design and Economics for Chemical Engineers". Mc Graw Hill Book Company New York, 1968.
- 4) Cochran, W.G., Cox, G.M. "Experimental Designs"
John Wiley & Sons, New York 1957
- 5) Johnson N.L., Leone, F.C., "Statistics and Experimental Design in Engineering and the Physical Sciences". John Wiley & Sons. New York 1964.

APENDICE 1

Solución

A) Equipo de desarrollo de mina (400000 en -1) BDD

Año	Depreciación	Valor libros
-1	0	400000
0	0	400000
1	160000	240000
2	96000	144000
3	57600	86400
4	34560	51840
5	20740	31100

VM = 10000
 VL = 31100
 Pérdida ocasional = 21100
 Ahorro impuestos = 8440
 VMDI = 18440

B) Equipo de Producción minera (600000 en 0) SAD

Año	Depreciación	Valor libros
0	-----	600000
1	200000	400000
2	160000	240000
3	120000	120000
4	80000	40000
5	40000	0

VM = 40000
 VL = 0
 Sobre depreciación = 40000
 Impuesto = 16000
 VMDI = 24000

C) Edificios (200000 en -1) L.R.

Año	Depreciación	Valor libros
-1	-----	200000
0	8000	192000
1	8000	184000
2	8000	176000
3	8000	168000
4	8000	160000
5	8000	152000

VM = 152000
 VL = 152000
 VMDI = 152000

D) Equipo de suspensión y Carbo ducto (300000 en 0). Unidades producidas

PLAN DE PRODUCCION	1	2	3
Año	Depre.	Depre.	Depre.
1	60000	70000	50000
2	60000	65000	55000
3	60000	60000	60000
4	60000	55000	65000
5	60000	50000	70000
V Libros	0		
VM	= 50000		
Sobre depreciación	= 50000		
Impuestos	= 20000		
VMDI	= 30000		

E) Tierra (100000 en -2)

VL	= 100000
VM	= 150000
Ganancia ocasional	= 50000
Impuesto ganancia ocasional	= 15000
VMDI.	= 135000

F) Formación de la organización (400000 en 0)

$$\text{Amortización} = \frac{400000}{5} = 80000$$

G) Investigación y Desarrollo

En (-1) Ahorro impuestos	= .4 (1000000) = 40000
Inversión neta	= 100000 - 40000 = 600000
En (0) Ahorro impuestos	= .4(150000) = 60000
Inversión neta	= 150000 - 60000 = 90000

H) Capital de trabajo

En 0	Egreso 150000
3	Egreso 150000
5	Ingreso 300000

I) Inversión agotable en (-1) = 700000

J) Capital prestado

600000	en (-1)
500000	en (0)

$$\text{Pagos de capital cada año} = \frac{1100000}{5} = 220000$$

K) Intereses en (0)

Pago total = 600000 (CC)
 Ahorro Impuestos = 600000 CC (.4)

Egreso Neto = Pago total - Ahorro Impuestos = 360000 (CC)

Nivel 1	CC = .15	Egreso Neto	=	54000
Nivel 2	CC = .18	" "	=	64800
Nivel 3	CC = .29	" "	=	86400

L) Inversiones propias totales

Año -2 100000 Tierra

Año -1 400000 Desarrollo mina
 200000 Edificios
 60000 I & D
 700000 Desarrollo Mineral
-600000 Capital prestado
 760000

Año 0 600000 Producción
 300000 Equipo suspensión, etc.
 400000 Organización
 90000 I & D
 150000 Capital de trabajo
-500000 Dinero prestado
 1040000

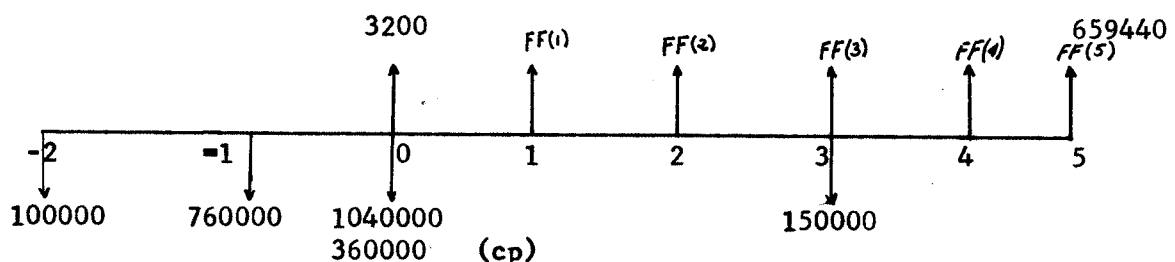
Año 3 150000 C. Trabajo

Ingresos

Año 5 30000 Equipo de suspensión
 18400 Equipo desarrollo minero
 24000 Equipo producción minera
 152000 Edificios
 300000 C. Trabajo
135000 Tierra
 659440

Ahorro Impuestos Depreciación en 0 8000 (.4) =3200

Diagrama General



PLAN DE PRODUCCION 1

TASA DE CRECIMIENTO = 0.0500

COSTO DE DINERO PRESTADO = 0.2400

AÑO	1	2	3	4	5
UN. PRO	12000.	12000.	12000.	12000.	12000.
INGR. BRUT	3000000.	3150000.	3307500.	3472874.	3646517.
COST. BRUT	1440000.	1512000.	1587600.	1666979.	1750328.
DEPAMO	508000.	404000.	325600.	262560.	208740.
INTER.	264000.	211200.	158400.	105600.	52800.
AGOTAM.	275800.	357979.	432564.	347287.	364651.
REN. GR.	512200.	664820.	803335.	1090447.	1269997.
IMPSTO	204880.	265927.	321333.	436178.	507998.
REN. LQ.	307320.	398892.	482001.	654268.	761998.
PAG. CP	220000.	220000.	220000.	220000.	220000.
FLU. FO	871120.	940871.	1020165.	1044115.	1115390.

LOS FLUJOS TOTALMENTE NETOS SON

-2	-1	0	1	2	3	4	5
-100000.	-760000.	-1123200.	871120.	940871.	870165.	1044115.	1774830.

LOS INDICADORES ECONOMICOS BASICOS SON

VALOR PRESENTE NETO (EN CERO) = 789045.50
 TASA DE RETORNO DESCONTADA DESPUES DE IMPUESTOS = 33.10471
 PERIODO DE PAGO = 4.1967
 VALOR PRESENTE NETO (EN 2) = 1098666.50
 TASA MINIMA ES = 18.0000

PLAN DE PRODUCCION 1

TASA DE CRECIMIENTO = 0.0500

COSTO DE DINERO PRESTADO = 0.1800

AÑO	1	2	3	4	5
UN. PRO	12000.	12000.	12000.	12000.	12000.
INGR. BRUT	3000000.	3150000.	3307500.	3472874.	3646517.
COST. BRUT	1440000.	1512000.	1587600.	1666979.	1750328.
DEPAMO	508000.	404000.	325600.	262560.	208740.
INTER.	198000.	158400.	118800.	79200.	39600.
AGOTAM.	298900.	376459.	446424.	347287.	364651.
REN. GR.	555100.	699140.	829075.	1116847.	1283197.
IMPSTO	222040.	279655.	331629.	446738.	513278.
REN. LQ.	333060.	419484.	497445.	670108.	769918.
PAG. CP	220000.	220000.	220000.	220000.	220000.
FLU. FO	919960.	979943.	1049470.	1059955.	1123310.

LOS FLUJOS TOTALMENTE NETOS SON

-2	-1	0	1	2	3	4	5
-100000.	-760000.	-1101600.	919960.	979943.	899469.	1059955.	1782750.

LOS INDICADORES ECONOMICOS BASICOS SON

VALOR PRESENTE NETO (EN CERO) = 875599.87
 TASA DE RETORNO DESCONTADA DESPUES DE IMPUESTOS = 34.84876
 PERIODO DE PAGO = 4.0685
 VALOR PRESENTE NETO (EN 2) = 1219184.75
 TASA MINIMA ES = 18.0000