

00568
1ej.2

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE MAESTRO EN
INGENIERIA QUÍMICA (PROYECTOS) PRESENTA -
EL ING. CESAR TOLEDO ESPONDA.

FEBRERO 1984.

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

R E S U M E N

En la primera parte de este trabajo se presenta un panorama de las metodologías existentes sobre el análisis económico de proyectos de inversión. Se describen los principales métodos de evaluación económica y se formula una breve discusión sobre sus ventajas y desventajas. Asimismo se identifican las variables a las cuales el proyecto puede ser más susceptible y en base a esto se comenta sobre las técnicas de análisis de sensibilidad existentes.

Con base a lo anterior, se formula un modelo matemático de evaluación económica de proyectos con un enfoque eminentemente determinista en el cual se establecen relaciones matemáticas simplificadas que conducen a la obtención de una ecuación que define a los dos principales indicadores económicos; valor presente neto (vpn) y tasa interna de rendimiento (tir) como funciones de varias variables independientes del proyecto.

Adicionalmente se desarrolla un modelo matemático de análisis probabilístico cuya finalidad es precisar y cuantificar el riesgo asociado a la inversión. Este modelo probabilístico parte de las ecuaciones previamente establecidas que describen tanto al vpn como a la tir en función de varias variables.

Posteriormente, ambos modelos son transferidos a un programa de computación. Este sistema computarizado es desarrollado buscando la interrelación entre ambos modelos con objeto de realizar evaluaciones económicas rápidas y precisas donde además de evaluar el atractivo económico del proyecto, se analice el riesgo asociado a él.

Como una parte esencial del trabajo se hace una descripción del programa y de las subrutinas que lo conforman, señalándose detalladamente la aplicación del programa a un ejemplo donde, además de anotar los resultados, se agregan observaciones adicionales sobre la utilidad de la información generada.

Finalmente se discuten las ventajas globales y específicas del sistema computarizado y se plantean posibles modificaciones.

A N T E C E D E N T E S

El análisis económico de proyectos ha recibido una creciente atención por parte de los gobiernos e inversionistas privados por su utilidad en los estudios de selección de alternativas sobre la aplicación de recursos de capital disponibles.

En el transcurso de los años, todo inversionista público o privado, se ha enfrentado a la disyuntiva de elegir entre diferentes opciones de inversión, la que potencialmente ofrezca mayor rentabilidad.

Las técnicas de evaluación económica hasta ahora desarrolladas han permitido la obtención de guías cuantitativas para la toma de decisiones a este respecto y pueden resumirse en una metodología que básicamente consiste en la comparación de costos con ingresos esperados en un horizonte de previsión económica y tener así la posibilidad de definir, de acuerdo a un criterio -- preestablecido, si es conveniente o no la realización de la inversión.

En la actualidad, las técnicas para evaluar económicamente proyectos de inversión, son las que consideran el hecho inobjetable del valor del dinero en el tiempo. Es por esto que los métodos contables tradicionales, que no hacen esta consideración, tienen una menor confiabilidad.

Dado que en un estudio es necesario proyectar a futuro los valores -- asignados a cada variable, los estimados son a su vez resultados de pronósticos específicos, estando sujetos a variaciones. Esto presupone un cierto grado de incertidumbre en lo que respecta al valor aproximado de dichas cifras.

Cuando la estimación de costos y beneficios puede hacerse dentro de -- márgenes reducidos de incertidumbre, es consistente suponer que las cantidades estimadas no están sujetas a variaciones aleatorias por lo que se considera que dichas variaciones serán lo suficientemente pequeñas como para no afectar los resultados del análisis.

Cuando se ha asumido la consideración anterior, es aceptable efectuar la evaluación del proyecto adoptando un criterio determinista. Bajo este enfoque, la evaluación generalmente se realiza asignando a cada variable involucrada (volumen de ventas, precio de venta, costo de producción, inversión fija, etc.) un valor único que es considerado como el que indefectiblemente -- ocurrirá en la ejecución del proyecto. A este caso normalmente se le denomina caso base.

Dado el carácter impredecible asociado a sucesos futuros, es obvia la - conveniencia de disponer de información adicional que permita precisar la susceptibilidad del proyecto a cambios posibles en las variables manipuladas; - esto proporciona mayores elementos de juicio en la toma de decisión. El análisis de sensibilidad constituye la herramienta adecuada para tal fin ya que -- describe los efectos de las variaciones en los resultados del proyecto.

La metodología consiste en cambiar el valor de una o más de las variables manteniendo las restantes con sus valores originales. Con lo anterior se posibilita la obtención de superficies de respuesta y la determinación de regiones que describen combinaciones de valores generadores de resultados factibles para el proyecto.

Cuando la estimación de los costos y beneficios no pueden hacerse dentro de márgenes aceptables de incertidumbre, los resultados obtenidos reflejan características de aleatoriedad. Esto es la base del concepto de riesgo e incertidumbre en el análisis de inversiones.

Toda inversión involucra un riesgo, independientemente de la seriedad y exactitud con que se hagan los pronósticos, sin embargo, cuando la estimación de los costos y beneficios presentan complicaciones, es conveniente realizar la evaluación en la forma determinista mencionada antes y adicionalmente considerar el problema con un criterio probabilista que considere las probabilidades asociadas a diferentes resultados posibles de la inversión. Esto implica disponer de técnicas que permitan medir el riesgo en el proyecto.

Es conveniente aclarar no obstante, que ninguna de estas técnicas proporcionan información para eliminar el riesgo, sino más bien lo que buscan es obtener una cuantificación de éste y proporcionar así más elementos que coadyuve en la toma de decisión.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un modelo matemático -- de análisis económico de proyectos de inversión que contemple la evaluación -- de un caso base y el análisis de la sensibilidad del proyecto a las variables -- que mas lo impactan, así como la formulación de un modelo no determinista que -- analice el riesgo asociado a la inversión proporcionando la probabilidad de -- ocurrencia de los principales indicadores económicos (vpn y tir).

Por la naturaleza misma de este tipo de estudios, donde una repetición -- sistemática de la evaluación a menudo es requerida, se transfieren los mode -- los establecidos a un programa de computación que reúne características de -- confiabilidad, rapidez y versatilidad.

La finalidad última de este sistema computarizado, será su aplicación -- práctica en la evaluación económica de proyectos de inversión en el contexto -- económico nacional.

C A P I T U L O I

METODOLOGIA DE ANALISIS ECONOMICO DE PROYECTOS.

El propósito del análisis económico de proyectos es la obtención de resultados que muestren, en base a la información disponible, si determinado proyecto es o no aceptable económicamente.

La cuantificación de la rentabilidad de la inversión requiere de la -- comparación entre los ingresos y egresos a través del horizonte económico de evaluación, de ahí que las ganancias esperadas y su relación con la inver--- sión sean los elementos más importantes para predecir la bondad de cualquier proyecto que sea considerado.

Lo anterior plantea la necesidad de contar con una metodología capaz - de predecir los valores futuros de los principales parámetros involucrados - en el análisis.

Inversión total

La inversión total se integra de dos elementos; la inversión fija y el capital de trabajo.

La inversión fija está constituida por el costo total de las instala-- ciones de proceso, edificios, servicios auxiliares e ingeniería involucrada en el proyecto.

De igual manera, el capital de trabajo son los fondos necesarios para la operación normal de la planta.

Tanto la inversión fija como los costos asociados con la construcción de la planta son incurridos en los primeros años del proyecto y su erogación normalmente está regida por un programa de asignación de recursos. A su vez el capital de trabajo se eroga en los primeros periodos productivos.

Costos de operación.

Son los costos incurridos en la operación normal de la planta cuando ésta se encuentra en su fase productiva. Lo constituyen principalmente el -- costo directo de producción que son los costos requeridos para la transforma ción de las materias primas así como los gastos de estructura, los cuales -- son independientes del nivel de producción. Adicionalmente se contemplan -- los gastos financieros cuando éstos existan.

Horizonte económico de evaluación.

Es el período total de tiempo considerado en el análisis y lo componen el período de construcción y arranque de la planta y la vida útil o tiempo -- en el que la planta es productiva.

I n g r e s o s.

Proviene de la venta de los productos y dependen tanto del volúmen co mo el precio de venta considerado.

1.1 MODELOS DE FLUJO EFECTIVO

Asociado a cada uno de los conceptos mencionados antes, se establece un flujo de dinero en el tiempo llamado flujo de efectivo, el cual está inte grado por la suma algebraica de los ingresos en un período finito de tiempo.

Ahora bien, dado que el flujo de efectivo es variable y en general no sigue una ley matemática definida, para definirlo se hace necesario dividir el horizonte económico de evaluación en períodos económicos y detectar cuales el flujo de efectivo en cada uno de ellos; de esta manera se obtienen los períodos en los cuales el proyecto opera con pérdidas (flujos negativos) o -- ganancias (flujo positivos). El proyecto será rentable si el ingreso total -- recibido es superior a los egresos durante toda su vida útil.

1.1.1 Flujo de efectivo discreto.

Cuando se considera en forma discreta, cada flujo tiene una magnitud definida y se realiza en un instante determinado el cual normalmente se ubica al final del período económico.

La presentación gráfica de este flujo se realiza mediante un diagrama de barras en el cual el eje horizontal representa la escala del tiempo mientras que los flujos positivos y negativos se representan con barras hacia arriba y hacia abajo respectivamente (fig. 1).

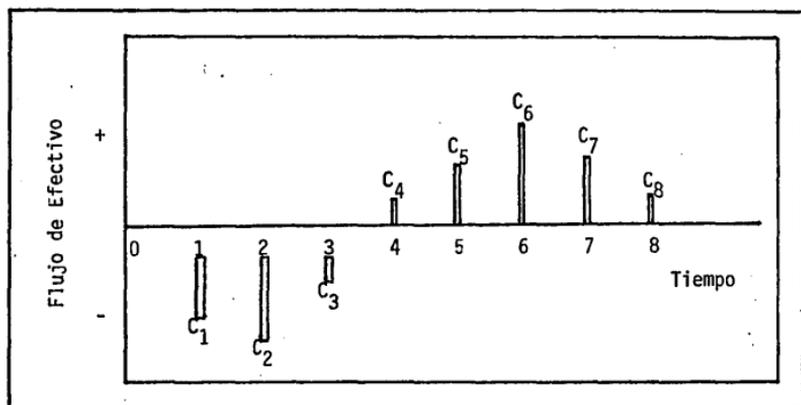


Fig. 1.- Representación gráfica de un flujo discreto.

1.1.2 Flujo de efectivo continuo.

Un flujo de efectivo continuo consiste en una corriente de ingresos o egresos que fluye sin interrupción bien sea en forma constante o variable. Se le representa por una línea curva, donde las abscisas representan el tiempo (normalmente años) y la ordenadas los flujos en pesos/año.

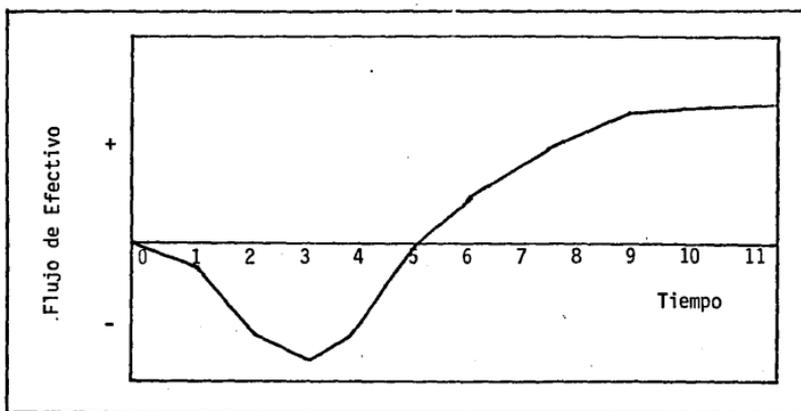


Fig. 2.- Representación gráfica de un flujo continuo.

En realidad, todos los flujos se llevan a cabo en forma discreta porque un flujo continuo es sólo una idealización conveniente para representar una serie de ingresos o egresos frecuentes. La ordenada de la figura 2 representa una corriente continua de dinero que se expresa en \$/unidad de tiempo y describe valores instantáneos de flujo de efectivo. La unidad pesos/año se ha escogido por razones de conveniencia práctica de tal manera que las áreas bajo la curva representen el flujo total en un período cualquiera.

ordenada x abscisa = pesos en el período considerado
(pesos/año) (años)

1.1.3 Flujos de efectivo aplicados a proyectos que involucran procesos químicos.

En general, en los proyectos que contemplan la instalación de plantas químicas se prevén corrientes de dinero que ocurren a lo largo de todo el año, lo cual sugiere un flujo continuo de capital, lo que además no impide -

que en otros aspectos del mismo proyecto puedan considerarse flujos en forma discreta.

Un modelo típico de flujo de efectivo para procesos químicos es el que supone un flujo continuo y constante de dinero durante cada período, aunque variable de un período a otro. A este modelo se le denomina flujo de efectivo escalonado uniforme y su representación gráfica se ilustra en la figura 3.

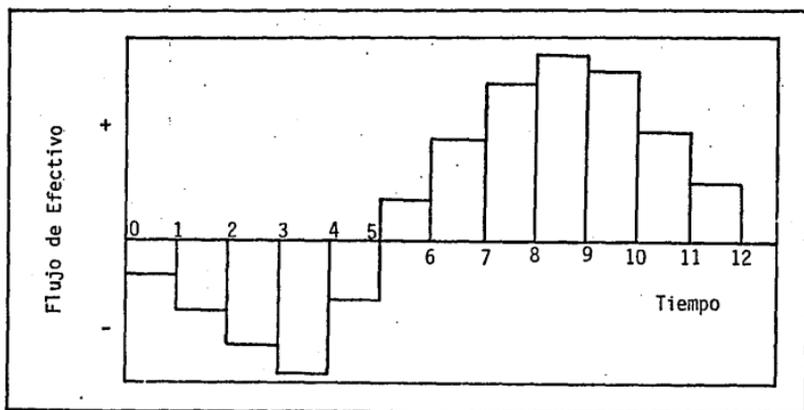


Fig. 3.- Representación gráfica de un flujo de efectivo continuo escalonado uniforme.

En estos casos la inversión se realiza con la expectativa de recuperar el capital invertido y obtener utilidades adicionales en la etapa productiva de la planta, por lo tanto, la inversión es válida si los ingresos totales esperados exceden a los costos totales a incurrir. Consecuentemente, el flujo de efectivo típico para este tipo de proyectos es el formado por una inversión (flujos negativos) en los primeros períodos seguida de utilidades -- (flujos positivos) en los períodos posteriores, tal como se describió en las figuras anteriores.

Los flujos de efectivo que satisfacen la condición anterior son conocidos como flujos del tipo inversión-recuperación y son aplicables a todo -- proyecto que contemple ingresos en su vida útil.

1.2 COSTO Y VALOR DE CAPITAL.

Hasta ahora se han descrito diversos tipos de flujos de efectivo sin -- precisar si esas corrientes de dinero están actualizadas bajo una misma base -- de comparación dada su naturaleza cambiante a través del tiempo.

La descripción del valor del dinero en el tiempo requiere de un previo análisis sobre los conceptos de costo y valor de capital.

El dinero constituye el recurso principal para la adquisición y posesión de elementos de producción capaces de generar utilidades futuras. Por -- consiguiente, el dinero es valioso porque mediante su concurso se tiene la -- capacidad no solo de adquirir satisfactores en el presente sino también generar más dinero en el futuro, de ahí que su sola posesión conlleva intrínsecamente el sacrificio de no poseer otros bienes que potencialmente podrían -- adquirirse mediante su utilización.

En virtud de que el dinero es un patrimonio limitado y tiene la característica de representar o equivaler a bienes escasos, su posesión tiene -- necesariamente un costo de oportunidad que equivale al de los bienes sustitutos que podrían obtenerse a cambio de ese bien poseído; es por esto que se buscará usarlo de tal forma que permita obtener la máxima utilidad dentro de un horizonte de previsión económica. Dicha máxima utilidad es una estimación del costo de oportunidad.

Se denominará valor de capital al costo de posesión o de oportunidad -- del mismo y dado que es proporcional a su monto y al tiempo transcurrido, se denomina tasa de valor de capital (TVC) al valor de este último por unidad de capital y por unidad de tiempo:

$$\text{TASA DE VALOR DE CAPITAL (TVC)} = \frac{\text{Valor de Capital}}{(\text{unidad de capital})(\text{unidad de tiempo})}$$

Es usual tomar un año como unidad de tiempo y la tasa respectiva comúnmente se designa con la letra i .

Si se ha establecido una cierta tasa de valor de capital (i), eso significa que un peso hoy equivale a $(1 + i)$ pesos dentro de un año en el sentido de que ambos tienen el mismo valor para el usuario. Por ello el dueño del dinero se mostrará indiferente ante las alternativas "recibir un peso hoy" o bien "recibir $(1 + i)$ pesos dentro de un año". Si recibe un peso hoy puede invertirlo en bienes o servicios que generen para él i pesos de utilidad al cabo de un año.

$$i = \text{valor de un } \frac{\text{peso}}{\text{año}} \text{ donde } i = \text{TVC}$$

$i \times 100\% =$ lo que un peso es capaz de producir por año para el inversionista.

El inversionista estará dispuesto a correr el riesgo inherente en una inversión en la medida en que ésta sea capaz de generar una utilidad mínima. La TVC representa esa mínima utilidad y es una medida del valor que el dueño otorga a su dinero. Debido a esto, la TVC también se conoce como tasa de rendimiento mínimo aceptable (TRMA) porque el inversionista no aceptaría una utilidad o rendimiento menor de su inversión.

Ahora bien si el dueño del dinero prefiere evitar el riesgo implícito en un proyecto, cuenta con la alternativa de guardar su capital en un banco el cual le pagará un cierto interés por la posesión de su dinero.

El costo de capital es la tasa de interés o tasa de costo de capital -- (TCC) a la cual el dinero puede ser invertido sin riesgo y está referido al -- costo del dinero prevaleciente en los mercados financieros. Por esto, la TCC -- puede considerarse también como la tasa de interés a pagar cuando el capital -- se ha obtenido mediante financiamiento externo a la empresa.

Es previsible entonces que el costo de capital en el mercado financiero rara vez coincida con el valor de capital de la empresa. La TVC es la tasa -- que debe aplicarse en análisis de inversiones mientras que la TCC es la que -- el financiero o prestamista estipula en sus operaciones crediticias.

Así por ejemplo, si en una inversión se requirió de financiamiento ex-- terno, la TVC aplicada debe ser bastante más alta que la TCC para que el --- proyecto sea atractivo, es decir, éste deberá ser capaz de generar los ingre-- sos suficientes para pagar la deuda contraída más sus respectivos intereses - (TCC) y proporcionar además una cierta utilidad al inversionista.

Por lo anterior, en proyectos de inversionistas privados la TVC aplicada es más alta que la TCC.

1.3 VALOR-TIEMPO DEL DINERO.

La inversión de un capital puede generar intereses y de esta manera cre-- cer en magnitud al paso del tiempo.

El análisis del valor del dinero en el tiempo requiere en primera ins-- tancia establecer un período base a partir del cual se desarrollará el proyec-- to. A este punto de referencia en el tiempo se le denomina año base ó año -- cero. Asimismo, es necesario establecer la tasa de interés o valor de capital (i) aplicable en los análisis.

Considerando de un año la unidad de tiempo, se tiene que un peso en el tiempo cero equivale a $1 + i$ pesos en el año 1. Los i pesos de utilidad generados en ese año se incorporan al capital del usuario. El proceso de incorporación de las utilidades al capital se denomina capitalización y puede ser anual, semestral, mensual, diario, etc.

El concepto de capitalización se precisa mejor en el siguientes ejemplo.

Supóngase que una cantidad P se invierte hoy considerando una tasa i -- por período siendo n el número total de períodos. La suma futura F al final del período n , que es equivalente a P se deduce en la siguiente tabla.

Tabla 1.- Intereses compuestos sobre un capital

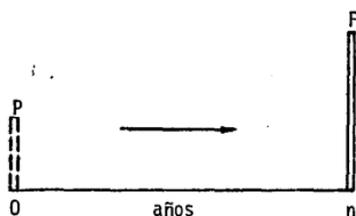
Perfodo	Cantidad al inicio del período.	Intereses generados durante el período.	Cantidad al final del período.
1	P	ip	$p + ip = p(1+i)$
2	$p(1+i)$	$ip(1+i)$	$p(1+i)+ip(1+i)=p(1+i)^2$
3	$p(1+i)^2$	$ip(1+i)^2$	$p(1+i)^2+ip(1+i)^2=p(1+i)^3$
.	.	.	.
.	.	.	.
n	$p(1+i)^{n-1}$	$ip(1+i)^{n-1}$	$p(1+i)^{n-1}+ip(1+i)^{n-1}=p(1+i)^n$

Esta última expresión se puede demostrar por inducción.

Este proceso de reinversión total de utilidades para convertir a valor-futuro también se denomina interés compuesto. Este concepto es el que permite obtener el valor del dinero a través del tiempo; una cantidad P de hoy puede ser convertida en su equivalente F en el futuro. La fórmula matemática que --permite tal conversión es:

$$F = P (1 + i)^n \quad (1)$$

Y gráficamente puede representarse así.



Esto significa que para compensar una inversión presente P , es necesaria la expectativa de un ingreso futuro F mayor a P que pague el capital invertido más el costo de oportunidad del capital.

Es importante señalar, sin embargo, que este proceso es enteramente distinto al fenómeno conocido como inflación o pérdida del poder adquisitivo del dinero, puesto que la capitalización estará presente aún cuando no exista inflación.

En el apéndice A se formula una discusión a este respecto.

La equivalencia es válida también en sentido inverso, es decir, una suma futura F equivale a una suma presente P , la cual se obtiene descontando F por medio de la fórmula de descuento siguiente:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n} \quad (2)$$

En este caso, P es el valor presente de F y la tasa de valor de capital i también se le conoce como tasa de descuento.

En el ejemplo descrito antes, el lapso de tiempo por período se ha considerado de un año, sin embargo, considerar un período de capitalización -- anual equivale a suponer que la utilidad que recibe el inversionista no puede invertirse hasta el final del año correspondiente y que, entre tanto, no tiene costo de oportunidad; esta hipótesis no es realista.

Cuando se consideran casos de capitalización menores a un año, se toma una tasa nominal r que es una tasa anual de interés independiente del período de capitalización. En este caso, el interés por período será r/m donde r es la tasa nominal anual y m es el número de períodos por año, de ahí que el número total de períodos de capitalización sea m x n.

Realizando los cambios correspondientes en la ec. 1 obtenemos:

$$F = P \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{mn} \quad (3)$$

que es la fórmula de equivalencia cuando los períodos de capitalización son menores a un año.

Esta ecuación es igual a:

$$F = P \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{\frac{m}{r} \cdot rn} \quad (4)$$

En el límite, cuando m tiende a infinito, tenemos:

$$\lim_{m \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{r}{m}\right)^{\frac{m}{r}} = e \quad (5)$$

donde $e = 2.71 \dots$

sustituyendo en 4 encontramos :

$$F = Pe^{rn} \quad (6)$$

Esta ecuación proporciona la equivalencia del dinero en el tiempo cuando se considera capitalización continua. Este proceso supone que cada peso -- que se recibe tiene de inmediato un costo de oportunidad ya que las oportunidades de inversión están siempre presentes. Por esto, la capitalización continua es una hipótesis más razonable que la capitalización discreta.

La tasa de capitalización anual i que rinde las mismas utilidades que la tasa de capitalización continua r se denomina tasa efectiva y es equivalente a la tasa nominal r en el sentido que ambas producen la misma utilidad; de ahí se puede establecer la siguiente igualdad:

$$Pe^{rn} = P(1+i)^n \quad (7)$$

y despejando:

$$e^{rn} = 1 + i \quad (8)$$

de donde:

$$r = \ln(1+i) \quad (9)$$

o bien $i_e = e^r - 1 \quad (10)$ donde $r =$ tasa nominal
 $i_e =$ tasa efectiva

por otro lado, como en interés continuo el tiempo es una variable continua - que puede tomar un valor cualquiera y no necesariamente un entero, es preferible designarlo por la letra t , quedando la ec. 6:

$$F = p e^{rt} \quad (11)$$

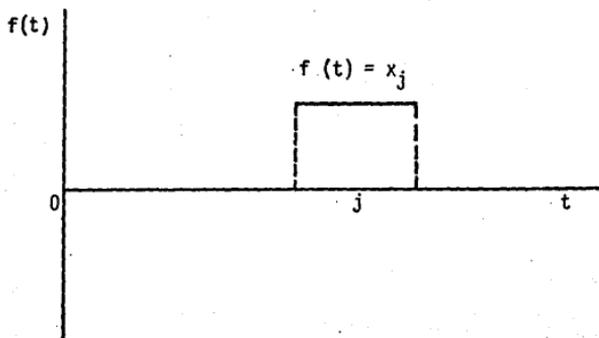
A su vez, para descontar una suma de dinero la ecuación aplicable -- será:

$$p = Fe^{-rt} \quad (12)$$

1.4 TASA CONTINUA APLICADA A UN FLUJO ESCALONADO CONTINUO UNIFORME.

Se ha mencionado anteriormente que los proyectos que contemplan procesos químicos pueden representarse mediante un modelo de flujo escalonado uniforme.

Dado que el modelo implica un flujo continuo, la tasa aplicable debe - considerarse continua. Así, analizando el flujo uniforme y continuo de un -- año cualquiera J como se muestra en la figura siguiente:

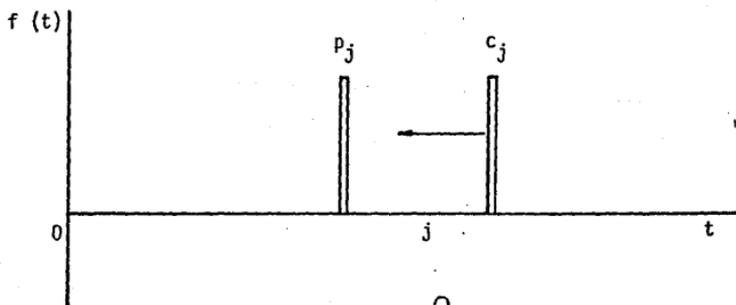


El flujo de efectivo es función del tiempo y está descrito por $f(t)$ - que en el año j es igual a X_j . La cantidad de dinero C_j que es transferido en ese periodo será el área bajo la curva de la función $f(t)$ en ese intervalo - de tiempo, lo que matemáticamente se representa con la siguiente integral definida:

$$c_j = \int_0^1 f(t) dt = \int_0^1 x_j dt \quad (13)$$

en la cual se han establecido como límites de integración una unidad de tiempo obteniendo el valor de este flujo C_j al final del intervalo j .

El valor presente de éste flujo C_j al inicio del periodo j será:

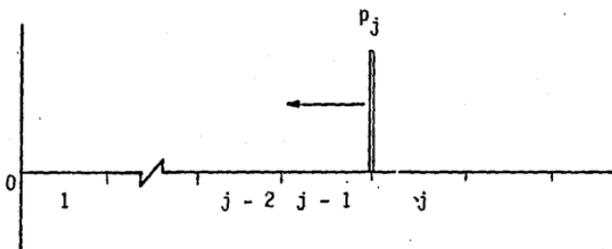


$$p_j = c_j e^{-rt} = \int_0^1 x_j e^{-rt} dt \quad (14)$$

integrando:

$$p_j = x_j \frac{e^{-rt}}{-r} \Big|_0^1 = x_j \left[\frac{1-e^{-r}}{r} \right] = x_j \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^r} \right] \quad (15)$$

en la ec. 15 se denota un pago instantáneo P_j al inicio del período j el cual es equivalente a un flujo de efectivo continuo a lo largo de ese mismo período. Para obtener el valor presente al año cero, es necesario descontar nuevamente esa cantidad P_j considerando todos los períodos que preceden al inicio del período j .



El número total de períodos será $j-1$, de donde:

$$p = p_j e^{-r(j-1)} = x_j \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^r} \right] e^{-r(j-1)} \quad (16)$$

$$p = x_j \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] \quad (17)$$

La ecuación 17 se refiere al valor presente del flujo de efectivo de un período j cualquiera. El valor presente del flujo total de los n períodos será en consecuencia:

$$p = \sum_{j=1}^n x_j \left[\frac{e^{rj} - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] \quad (18)$$

Esta ecuación es utilizada para el descuento de un flujo de efectivo -- que ocurre en forma continua y uniforme en cada período económico después del punto de referencia.

1.5 METODOS DE EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS.

Los factores económicos son determinantes cuando se está evaluando una inversión. Si bien técnicas específicas se han implantado que permiten la -- cuantificación parcial de algunos de esos factores, el propósito último de todas ellas es proporcionar una indicación de la capacidad de generación de utilidades que tienen los capitales de inversión.

En general, puede decirse que los métodos de evaluación se dividen en dos grandes grupos; los que consideran el valor del dinero en el tiempo y los que no lo hacen.

1.5.1 Métodos que no consideran el valor-tiempo del dinero.

Estos métodos tienen la ventaja de ser fáciles de calcular e interpretar pero pueden producir resultados inciertos. Entre los principales se cuentan los siguientes:

a) Rendimiento neto sobre la inversión:

El RNSI es una cantidad discreta calculada para cada año. Resulta de la siguiente relación:

$$\text{RNSI} = \frac{\text{utilidad neta}}{\text{capital total requerido}} \times 100$$

Los cálculos de la utilidad neta y del capital total requerido varían de acuerdo a las prácticas contables de cada empresa. De ahí que se obtengan una gran variedad de valores de RNSI para una alternativa dada.

a) Período de retorno de la inversión:

Es el tiempo requerido para recuperar el capital invertido a partir -- del inicio de operación.

$$\text{Período de retorno de la inversión} = \frac{\text{Inversión Inicial}}{\text{Flujo de efectivo anual}}$$

Estos métodos tienen las siguientes desventajas:

- No consideran el valor del dinero con respecto al tiempo
- No consideran los períodos en que el proyecto no genera ingresos (período de construcción y arranque).
- Los datos contables no siempre son consistentes de un año a otro.

1.5.2 Métodos que consideran el valor-tiempo del dinero.

Entre los métodos modernos de evaluación de proyectos sobresalen por su uso generalizado el de la tasa interna de rendimiento (TIR) y el de valor presente neto (VPN).

Ambos métodos son similares en el sentido de que están basados en los flujos de efectivo descontados. En los dos casos se requiere que los flujos-

de efectivo sean proyectados a futuros y reducidos a valor presente. La diferencia básica estriba en el uso de la tasa de descuento y las suposiciones -- implícitas asociadas a ella. En el método del valor presente neto se selecciona una tasa de descuento y se aplica para llevar todos los ingresos y egresos a un punto de referencia común en el tiempo. En el método de la tasa interna de rendimiento, la tasa de descuento es la incógnita y su valor generalmente se obtiene mediante un proceso de interpolación, de tal manera que en su aplicación resulte un VPN igual a cero.

La obtención de los factores económicos anteriores (VPN y TIR) proporcionan una panorámica de la rentabilidad con dos criterios diferentes. Mientras el VPN es una cantidad de dinero con magnitud definida en el tiempo, la TIR representa un interés o tasa de descuento. Adicionalmente, existen técnicas para estimar la rapidez con que se recupera una inversión dada, y si bien estas no son medidas de rentabilidad, son elementos de importancia en el proceso decisorio.

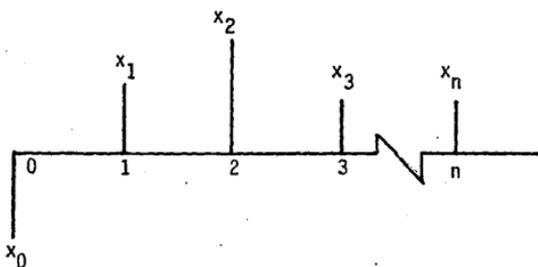
Las técnicas de análisis de inversiones pueden ser clasificados, por lo tanto, en función de tiempo, capital e interés.

Valor presente Neto (VPN)

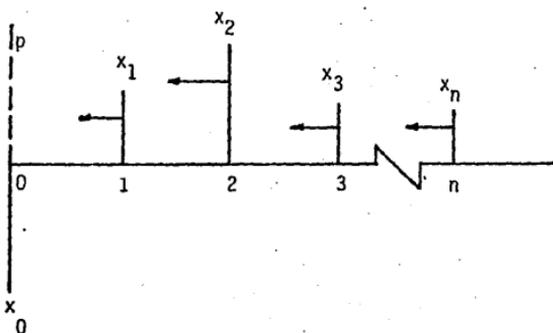
El cálculo del valor presente neto requiere en primer lugar determinar la tasa de descuento a aplicar. Esta tasa depende de las oportunidades de inversión de la empresa, de la disponibilidad de capital y el costo de capital prevaeciente en el mercado financiero. Su estimación es hasta cierto punto subjetiva y arbitraria.

Con objeto de actualizar las corrientes futuras de dinero y presentarlas en pesos homogéneos referidos al año base, se utilizan las fórmulas de -- descuento antes analizadas considerando bien sea capitalización continua o -- discreta.

Supongamos un flujo anual discreto de capital durante n años.



Transformando los pesos de cada flujo a pesos equivalentes del año cero para tener una base de comparación válida.



Si la capitalización es discreta, descontando cada flujo tenemos:

$P_0 = -X_0$ (no se descuenta puesto que es un flujo incurrido al final del año cero).

$$P_1 = \frac{X_1}{(1+i)}$$

$$p_2 = \frac{x_2}{(1+i)^2}$$

$$p_3 = \frac{x_3}{(1+i)^3}$$

$$p_n = \frac{x_n}{(1+i)^n}$$

La suma total de pesos al año cero es:

$$p = p_0 + p_1 + p_2 + p_3 + p_n = x_0 + \frac{x_1}{(1+i)} + \frac{x_2}{(1+i)^2} + \frac{x_3}{(1+i)^3} + \dots + \frac{x_n}{(1+i)^n}$$

(19)

La suma de los flujos de efectivo descontados es conocido como valor presente neto del proyecto. Generalizando tenemos:

$$VPN = -x_0 + \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{(1+i)^j} \quad (20)$$

Quando la capitalización es continua, el VPN para flujos discretos queda descrito por la siguiente ecuación:

$$VPN = -x_0 + \sum_{j=1}^n x_j e^{-r j} \quad (21)$$

Y para flujo escalonado continuo uniforme:

$$VPN = -x_0 + \sum_{j=1}^n x_j \left[\frac{e^{rj} - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] \quad (22)$$

Si el VPN es positivo el proyecto es rentable y la inversión se recupera, mientras que si es negativo ocurre lo contrario.

Puede interpretarse al VPN como la ganancia adicional que tiene el -- proyecto después de pagar la inversión y una utilidad especificada por la -- TVC del inversionista sobre los saldos insolutos.

En otras palabras, un VPN positivo significa que al final de la vida -- útil del proyecto:

- Se recupera íntegramente el capital invertido.
- Se obtiene en cada período una utilidad TVC sobre el capital invertido aún no recuperado. Esta utilidad es la mínima aceptable por el inversionista.
- Se tiene además una ganancia neta adicional en pesos actuales. El VPN es -- la medida numérica de esa utilidad adicional.

Un VPN positivo significa que el proyecto fué capaz de generar utili-- dades mayores a los que el inversionista estableció como mínimas, esto impli-- ca entonces la posibilidad de aplicar tasas de descuento mas altas sin que -- por esto el proyecto deje de ser rentable. La pregunta que cabe hacer es -- ¿cual es la máxima TVC posible de obtener en una inversión?. El método de la tasa interna de rendimiento responde a ella.

Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Se ha definido el VPN como una utilidad adicional obtenida después de aplicar una tasa i de descuento al flujo de efectivo. Es previsible, por lo tanto, que a un incremento de la tasa de descuento corresponderá una disminución de esa ganancia adicional (VPN). Esto se explica de la siguiente manera:

Al aplicarse la tasa de descuento a un flujo de efectivo del tipo inversión recuperación, los elementos más alejados hacia el futuro (flujos positivos) resultan más fuertemente descontados que los más cercanos al presente, (flujos negativos), de donde, si se aumenta i , disminuyen en mayor proporción los flujos positivos que los negativos, por consiguiente, el flujo total descontado (VPN) disminuye, hasta llegar a ser negativo a valores mayores de i .

De lo anterior se deduce que el VPN es una función decreciente de i tal como se muestra en la siguiente figura.

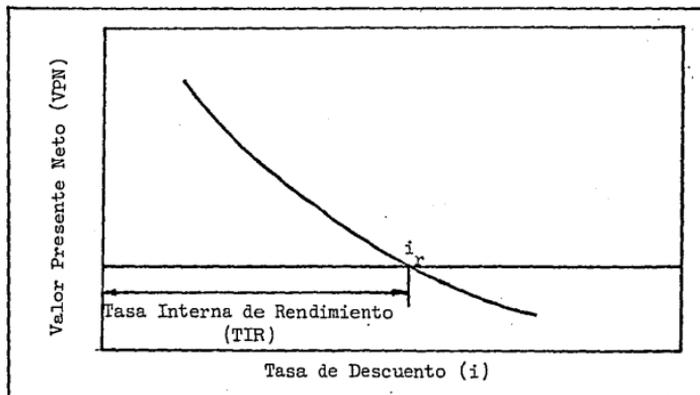


Fig. 4.- Representación gráfica de la función vpn vs i .

Para cierto valor de i_r el VPN se iguala a cero.

$$VPN = -x_0 + \sum_{j=1}^n \frac{x_j}{(1 + i_r)^j} = 0 \quad (23)$$

A este valor de i se denomina tasa interna de rendimiento (TIR) y normalmente se obtiene por un procedimiento de interpolación dado el carácter no lineal de la función.

Cuando la TIR es aplicada, el $VPN = 0$ y esto significa que si bien no se obtiene una ganancia adicional, el inversionista recupera su capital invertido y adicionalmente obtiene una utilidad igual a la TIR sobre el capital aún no recuperado. La TIR es por lo tanto una medida del máximo rendimiento obtenible de la inversión.

Es obvio que si la TVC del inversionista es menor o igual a la TIR el proyecto es rentable.

Índice de Utilidad del Capital (IUC)

A la suma total de los costos incurridos en el período de inversión se le denomina inversión máxima e incluye los costos asignados a la ingeniería, construcción y arranque de la planta.

Esta serie de erogaciones normalmente está regida por un programa de inversiones a lo largo de los primeros años del proyecto y su monto total tiene la desventaja de representar sumas de dinero correspondiente a distintas fechas en el tiempo.

El punto de referencia común es el año cero y si cada flujo se descuenta previamente, la cantidad total se denomina inversión máxima descontada ---

(x_{maxcd}) y representa una cantidad erogada en el año cero equivalente al capital invertido a lo largo del período de inversión.

El índice de utilidad del capital (IUC), está definido por la relación siguiente:

$$IUC = \frac{VPN}{x_{maxcd}} = \frac{\text{valor presente neto (a pesos año cero)}}{\text{inversión máxima descontada (a pesos año cero)}}$$

$$IUC = \frac{\text{peso actual de utilidad adicional}}{\text{peso actual invertido}} \times 100$$

Este valor define la rentabilidad de la inversión y la relaciona con su capacidad de generar utilidades adicionales por cada peso invertido, llevando el análisis a un punto de referencia en el tiempo. Así, si hipotéticamente pudiéramos comprimir el tiempo y obtener una instantánea de la vida del proyecto, un IUC de 60% significa que en ese instante dado (año cero) el usuario, al invertir un peso, simultáneamente recupera su peso más las utilidades establecidas por su TVC y además 60 centavos de utilidad adicional.

En la práctica se recomienda un índice de utilidad de capital de 100% como mínimo para asegurar resultados positivos en la inversión.

Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI)

El período de recuperación de la inversión (PRI), si bien no es una medida de rentabilidad propiamente dicha, es un indicador de la rapidez con que la inversión se recupera.

En un flujo de efectivo, las primeras corrientes de dinero son negativas y constituyen la inversión mientras que las subsecuentes son positivas, resultantes de los ingresos generados por el proyecto. a la suma de los ---

flujos de efectivo sucesivos $X_0 + X_1 + X_2 + \dots + X_n$ se le denomina flujo de efectivo acumulado. En los primeros periodos éste tiene un valor negativo que va decreciendo a medida que se agregan X positivas; eventualmente la suma pasa de negativa a positiva.

El periodo de recuperación de la inversión (PRI) es el tiempo requerido para que el flujo de efectivo acumulado, tomado desde el arranque del proyecto, iguale al capital de inversión menos el valor de rescate de la instalación.

El PRI por tanto es el valor de j que satisface:

$$\sum_{j=1}^n X_j = \text{inversión} - \text{valor de rescate}$$

Si los elementos X que conforman el flujo de efectivo acumulado fueron previamente descontados, a la suma de elementos sucesivos se le denomina flujo de efectivo descontado acumulado y no es más que el VPN mencionado antes.

Al PRI obtenido mediante estos flujos descontados se le conoce como periodo de recuperación de la inversión más intereses (PRIMI) y proporciona el periodo en el cual se recupera la inversión más los intereses generados en ese lapso de tiempo.

1.5.3 Análisis de técnicas.

Los métodos descritos están basados en los flujos de efectivo descontado y se ha detectado ventajas y limitaciones en cada uno de ellos.

La primera característica común a todos es que consideran el valor-tiempo del dinero. Asimismo, su principal desventaja radica en la dificultad de -

predecir los flujos de efectivo en años futuros y la inherente falta de confiabilidad en estas predicciones.

El valor presente neto ha sido ampliamente utilizado en análisis de inversiones, si bien tiene la limitante de requerir la previa selección de la tasa de descuento a aplicar.

La TIR representa un porcentaje y tiene la ventaja de ser fácilmente comprendida aunque su aplicación resulte ser más laboriosa. Por otra parte, no requiere conocer previamente la tasa de descuento. En este sentido, la TIR fija el límite entre las TVC aceptables y las no válidas para la alternativa de inversión.

El VPN es más conservador que la TIR. Esto se debe a las suposiciones implícitas en ambos métodos, ya que en el método del VPN se supone que los ingresos son reinvertidos (capitalizados) a la tasa de descuento aplicada mientras que en el método de la TIR se supone que los ingresos son reinvertidos a la tasa interna de rendimiento calculada, lo cual ya en la práctica no es totalmente cierto. La TIR es más optimista en el sentido de que normalmente considera tasas de capitalización más altas.

En general, las propiedades que caracterizan el VPN son las siguientes:

- Es una estimación de rentabilidad en base a capital.
- Requiere que los flujos de efectivo sean proyectados a futuro.
- Requiere de previo establecimiento de la tasa de descuento.
- No requiere de igual inversión cuando se evalúan diferentes alternativas ni que éstas tengan igual vida útil.
- El criterio es elegir la alternativa con mayor VPN.
- Cuando una empresa considera invertir en su cartera de proyectos, los VPN individuales tienen la ventaja de poder ser sumados.

En cuanto a la TIR puede comentarse lo siguiente:

- Es una estimación de la rentabilidad en base a porciento.
- Requiere que los flujos de efectivo sean proyectados a futuro.
- No requiere de previo conocimiento de la tasa de descuento.
- Considera capitalización a la TIR calculada.
- Es de fácil comprensión.

En lo que al período de recuperación se refiere se concluye lo siguiente:

Puede interpretarse el PRI como el período en el cual el capital se encuentra en riesgo y después del cual se elimina éste al recuperarse la inversión.

Entre mayor sea el flujo de efectivo generado después de este punto, -- mayor será la valía del proyecto.

El PRI es un índice especialmente útil cuando se requiere que la inversión se recupere en el menor tiempo posible. Cuando esto ocurre, normalmente las empresas fijan un período de recuperación máximo, de modo que los proyectos que pasen ese máximo son rechazados, sin embargo, esto podría conducir a deshechar las inversiones de recuperación a mediano o largo plazo, aunque -- sean más productivas que las recuperables a corto plazo.

La situación anterior puede ocurrir porque la principal limitación del PRI es que no toma en consideración los flujos de efectivo que ocurren después del período de recuperación. Otra desventaja del PRI es la de no tomar en consideración el valor tiempo del dinero, aunque en el cálculo del PRIMIO esto es contemplado.

Una conclusión válida es en el sentido de que cada una de estas técnicas de medición de rentabilidad emplea conceptos más o menos complejos y pone énfasis en uno u otro aspecto de la evaluación sin contemplar la totalidad de ellos. Es por ello que los factores económicos obtenidos en forma aislada no son capaces de dar por sí solos una cuantificación completa de la atraktividad del proyecto, por lo que se sugiere la ponderación conjunta de todos ellos.

Un recurso alternativo y conveniente para obtener una panorámica completa de la valía del proyecto es el análisis de la curva del flujo de efectivo y las inferencias que de ella puedan obtenerse.

1.6 CURVAS DE FLUJO DE EFECTIVO.

1.6.1 Flujo de efectivo acumulado.

La figura 2 dada antes representa un flujo de efectivo continuo del tipo inversión-recuperación. La figura 5 muestra el diagrama del flujo de efectivo acumulado (FEA) correspondiente.

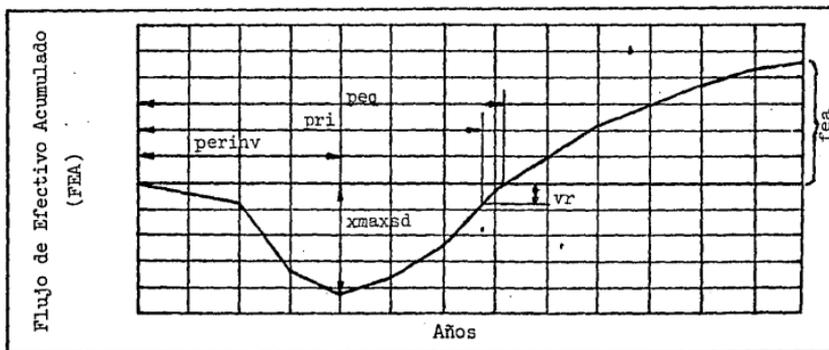


Fig. 5.- Curva del flujo de efectivo acumulado (FEA).

En esta figura, una ordenada cualquiera en el tiempo t representa la -- suma algebraica de los flujos (ingresos y egresos) ocurridos desde el tiempo-cero hasta el tiempo t , esto es, representa el flujo acumulado hasta t . Es -- importante señalar que puesto que los flujos parciales, ocurridos en fechas - distantes no están descontados, el flujo acumulado representa de hecho la suma de dinero "heterogéneo".

No obstante, el análisis de este diagrama permite evaluar los siguientes parámetros del flujo de efectivo, relacionados con la valía económica del proyecto.

XMAXSD.- Inversión máxima

Es el monto total de la inversión y es una referencia válida sobre - el financiamiento necesario para llevar a cabo el proyecto. Este parámetro es la máxima ordenada negativa en el diagrama FEA.

PERINV.- Período de Inversión.

Es el período en el cual se realiza la ingeniería, construcción y -- arranque de la planta. Este período consta únicamente de egresos y - al final de éste inicia operaciones la planta iniciándose los flujos positivos.

PEQ.- Punto de equilibrio.

Medido en años, marca el momento en que los ingresos y egresos se -- igualan. Cuando el valor de rescate de la planta es nulo, el punto - de equilibrio PEQ es igual período de rec. de la inv. (PRI)

PRI.- Período de recuperación de la inversión.

Este parámetro fué definido en párrafos anteriores. Si el valor de rescate de la planta es distinto a cero, se obtiene trazando la recta PRI-denotada en la figura en donde se ha disminuido el valor de rescate R - al flujo de efectivo acumulado.

FEA.- Flujo de efectivo acumulado al final de la vida útil.

Es el ingreso neto total y representa el exceso de los ingresos sobre los egresos derivados del proyecto en toda su vida útil. Es la ordenada final de la curva en el diagrama analizado.

1.6.2 Flujo de efectivo descontado acumulado.

El flujo de efectivo descontado acumulado (FEDA) se muestra en la figura 6 y se refiere a la suma sucesiva de cada elemento del flujo de efectivo - cuando éste previamente fué descontado. Una ordenada cualquiera en el tiempo t es igual a la suma algebraica de los flujos descontados ocurridos desde el tiempo 0 hasta t . Este caso representa una suma de dinero "Homogéneo" referido a un año base; de esta forma es posible apreciar la importancia relativa - de cada flujo en relación al tiempo en que se realiza.

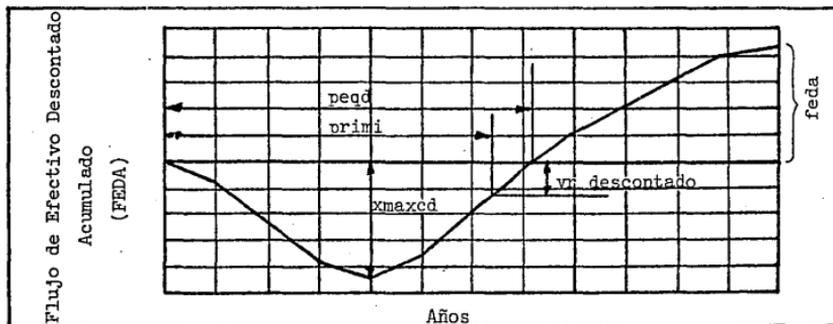


Fig. 6.- Curva del flujo de efectivo descontado acumulado (FEDA).

Los parámetros involucrados en el análisis de este diagrama son los siguientes:

XMAXCD.- Inversión máxima descontada.

Es el valor presente de la inversión máxima. En referencia a la figura puede decirse que la inversión máxima (x_{maxsd}) realizada durante el período de inversión equivale a una inversión x_{maxcd} erogada en el tiempo 0.

PEQD.- Punto de equilibrio del flujo descontado.

Es el período en el cuál los ingresos netos del proyecto cubren el reembolso de la inversión más los intereses estipulados por la TVC.- Es el momento en que la curva del FEDA pasa de negativa a positiva y a partir del cual se tiene ganancia adicional.

PRIMI.- Período de recuperación de la inversión más los intereses.

Este parámetro fué definido anteriormente y es idéntico al punto de equilibrio del flujo descontado (PEQD) cuando el valor de rescate es igual a cero. En caso contrario se determina trazando la recta PRIM1 como se indica en la figura en donde se ha disminuido al FEDA el valor de rescate R descontado.

FEDA.- Flujo de efectivo descontado acumulado al final de la vida útil.

Este valor es el VPN ya antes definido y representa la ganancia adicional referida a valor presente después de pagar el capital invertido más los intereses.

1.7 ANALISIS DE SENSIBILIDAD

El flujo de efectivo asociado a un proyecto dependerá de los valores -- asignados a los costos, gastos, precios, inversiones y demás variables que lo conforman, las cuáles son estimadas y proyectadas a futuro. Estas estimaciones están sujetas a errores y toda posible variación en ellas puede repercutir de tal forma en el proyecto que su valfa se altere considerablemente.

Por lo tanto, conviene analizar hasta que punto cada variación, considerada en forma individual, afecta los resultados de atractividad de la inversión.

Este análisis se conoce como análisis de sensibilidad y se efectúa repitiendo el procedimiento completo de evaluación, cambiando en cada caso el valor de la variable considerada, manteniendo los restantes con sus valores -- originales. Se contempla también el caso de cambios simultáneos en dos o más variables.

Entre los parámetros mas importantes a analizar destacan los siguientes:

- Volúmen de ventas.
- Precio de venta.
- Costo directo de producción.
- Gastos de estructura.
- Inversión fija.

El análisis de sensibilidad permite detectar el impacto de los factores mencionados sobre la utilidad del proyecto y señala a cuales es más susceptible éste. Esto permite tomar medidas correctivas tendientes a optimizar la -- inversión.

En la figura 7 se representa el análisis de la sensibilidad de un proyecto al precio de venta. La línea continua es la curva del flujo de efectivo correspondiente al caso base.

La línea discontinua superior representa al flujo de efectivo cuando se ha incrementado un 20% el precio de venta original y la línea discontinua inferior cuando se ha disminuido un 20%

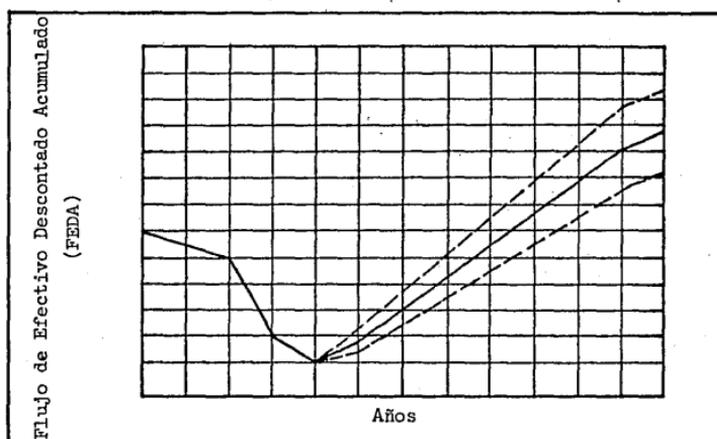


Fig. 7.- Sensibilidad del proyecto al precio de venta.

C A P I T U L O II

MODELOS MATEMATICOS

La aplicación de la metodología convencional de análisis económico de proyectos implica la asignación de un determinado valor a cada variable involucrada.

Si se asume que ese valor estimado de cualquier forma ocurrirá, se estará actuando bajo certeza y la evaluación se realiza con un enfoque determinista.

Cuando no se conoce perfectamente el valor que adoptará la variable, el análisis se efectúa bajo condiciones de incertidumbre y dicha variable es asociada a una distribución de probabilidad con el fin de obtener una cuantificación del riesgo en el proyecto.

En base a lo anterior, podemos definir que los modelos de análisis económico son deterministas o probabilísticos y la diferencia entre ellos radica principalmente en la inclusión o no de una distribución de probabilidad.

El presente trabajo consiste en el establecimiento de modelos de evaluación económica que contemplan ambos casos.

MODELO DETERMINISTA

Se desarrolla un modelo general de evaluación económica aplicable a proyectos químicos y petroquímicos.

Este modelo reduce a su valor presente todos los ingresos y egresos relacionados con el proyecto y se establecen relaciones matemáticas simplificadas que permiten la consecución de una ecuación para el cálculo del valor presente neto cuando éste se considera función de varias variables.

2.1 FORMULACION DEL MODELO DETERMINISTA

2.1.1 Suposiciones básicas de evaluación.

El modelo se establece bajo las siguientes consideraciones:

- Aplicable a proyectos para plantas químicas, petroquímicas y en general a proyectos que contemplan flujos de efectivo del tipo inversión-recuperación.
- El análisis económico se efectuará en base a pesos constantes.
- Los periodos económicos se consideran de un año.
- El horizonte económico de evaluación podrá ser máximo de 27 años.
- Los ingresos se generan por la venta del producto y en su caso, de máximo dos subproductos.

2.1.2 Factores de servicio.

Los elementos que integran el flujo de efectivo dependen en mayor o menor grado del nivel productivo de la planta. Así por ejemplo, el costo directo de producción no será el mismo si la planta opera a un 40% que a un 100% de su capacidad de diseño.

En su primera fase productiva, la planta aumenta paulatinamente su ritmo de producción hasta alcanzar un nivel normal de operación. Esto implica entonces que tanto los ingresos como los costos también se incrementarán en forma proporcional hasta alcanzar un valor constante cuando la planta opera a un nivel estable.

Se toma como base de referencia ese valor constante y a partir de él se establecen factores de servicio por cada periodo económico, de tal forma que su aplicación al valor base proporciona el valor del parámetro por cada año de operación.

Previendo una posterior transferencia a un programa de computadora del modelo a establecer, se asocian vectores a cada conjunto de factores de servicio y cada componente del flujo de efectivo.

Para aclarar lo anterior, consideremos el cálculo del costo directo de producción en cada año de operación, de la planta.

Estos costos anuales se asocian a un vector llamado cdp_j , donde el subíndice j indica el año referido. Llamemos $costpn$ al valor del costo directo de producción a operación normal de la planta y $fesc_j$ al vector que contiene los factores de servicio.

El costo directo de producción por cada año se calcula mediante la siguiente operación aritmética:

$$cdp_j = costpn \times fesc_j$$

Esto significa entonces que el valor de la variable costo de producción cdp_j está referido a un valor base $costpn$ (a operación normal) y al factor de servicio $fesc_j$ correspondiente el cual considera el nivel de producción de la planta en cada año de servicio.

Esto proporciona una manipulación matemática simple para nuestros propósitos y permite el manejo de vectores con elementos iguales a cero cuando así se requiera, como en el caso del vector valor de rescate vr_j que sólo tiene cifra significativa en el último año del proyecto.

Por otro lado, cuando el valor base es cambiado, como sucede en el análisis de sensibilidad referido en el capítulo anterior, el empleo de los factores de servicio permite la variación del parámetro en forma proporcional al cambio de su valor base.

Para efectos de identificación, los vectores que contienen factores de servicio se inician con la letra f .

2.1.3 Definición de términos.

CIFA_j.- Inversión fija anual

Es el monto de la erogación anual por concepto de inversión fija y se desembolsa durante el período de inversión. La suma de esas cantidades es la inversión total de la planta (CIF).

CIA_j.- Inversión adicional

Son inversiones adicionales distintas a la inversión fija y se erogarán a lo largo de la vida útil del proyecto.

CTA_j.- Capital de trabajo anual

Lo integran los fondos necesarios para la operación de la planta. Normalmente no se eroga en un sólo año sino que se desembolsa paulatinamente hasta que la planta alcanza su nivel normal de operación.

El capital de trabajo total (CTT) es la suma total de las cantidades anteriores.

CDP_j.-Costo directo de producción anual

Son los costos incurridos en la transformación de las materias primas y comprende los costos de materias primas, servicios auxiliares, materiales de operación y otros

$$cdp_j = costpn \times fesc_j \quad (24)$$

GE_j.- Gasto de estructura anual

Son egresos que se realizan en forma independiente del nivel de producción. Lo componen los gastos de producción, ventas, administrativos y otros.

$$ge_j = gen \times fesc_j \quad (25)$$

GF_j.- Gastos financieros

Son gastos incurridos para pagar capital externo adeudado y sus respectivos intereses. En nuestro caso, los gastos financieros se refieren únicamente al monto de los intereses (evaluación sobre recursos -

propios). Los gastos financieros se manejan como un porcentaje de la inversión fija.

$$gf_j = cif \times fgf_j \quad (26)$$

VVA_j.-Volúmen anual de ventas

Es el número de unidades vendidas en cada año de operación.

$$vva_j = vvn \times fessv_j \quad (27)$$

PV.- Precio de venta

Es el precio estimado para cada unidad producida

VB_j.- Ventas brutas anuales

Se determinan por la operación aritmética siguiente:

$$vb_j = vva_j \times pv \quad (28)$$

VN_j.- Ventas netas anuales

Son las ventas brutas modificadas por efectos de las devoluciones y otros posibles ingresos.

$$ventas = pv \times vvn \quad (29)$$

$$vn_j = ventas \times fvn_j \quad (30)$$

ventas = ventas brutas a operación normal

fvn_j = factor de servicio que toma en consideración devoluciones y otros ingresos

DEP_j.-Depreciación anual

El cargo por depreciación anual se maneja como un porcentaje de la inversión fija.

$$dep_j = cif \times fdep_j \quad (31)$$

CO_j.-Costo de operación anual

Es la suma del costo directo de producción, gasto de estructura y gasto financiero en cada año de operación.

$$co_j = cdp_j + ge_j + gf_j \quad (32)$$

XIO_j.-Ingreso de operación anual

Es la diferencia entre las ventas netas y los costos de operación.

$$xio_j = vn_j - co_j \quad (33)$$

XIIGE_j.-Impuesto al ingreso global de las empresas

Es la diferencia entre el ingreso de operación anual y el cargo por depreciación multiplicada por una tasa de impuesto t.

$$xiige_j = (vn_j - cdp_j - ge_j - gf_j - dep_j) t \quad (34)$$

XIDI_j.- Ingreso después de impuesto

Es la diferencia entre el ingreso anual de operación y el impuesto al ingreso de las empresas.

$$xidi_j = xio_j - xiige_j \quad (35)$$

sustituyendo la ec. 34 en la ec. 35 tenemos;

$$xidi_j = xio_j - (vn_j - cdp_j - ge_j - gf_j - dep_j) t \quad (36)$$

por otro lado tenemos;

$$xio_j = vn_j - co_j = vn_j - cdp_j - ge_j - gf_j \quad (37)$$

sustituyendo en ésta última igualdad la ec. 36 tenemos;

$$xidi_j = xio_j - (xio_j - dep_j) t \quad (38)$$

transformando algebraicamente;

$$xidi_j = xio_j - (xio_j \times t) + (dep_j \times t) \quad (39)$$

$$xidi_j = (1 - t) (vn_j - cdp_j - ge_j - gf_j) + dep_j \times t \quad (40)$$

CCA_j.-Costo anual de capital

Lo integran la inversión fija, el capital de trabajo y las inversiones adicionales. También se incluye el vector correspondiente al valor de rescate aunque éste sólo tendrá valor significativo hasta el último año de la vida útil del proyecto.

$$cca_j = vr_j - cifa_j - cta_j - cia_j \quad (41)$$

2.1.4 Flujo de efectivo.

El flujo de efectivo en cada año del proyecto se establece sumando algebraicamente el ingreso después de impuesto ($xidi_j$) más el costo anual de capital (cca_j).

$$fe_j = xidi_j + cca_j \quad (42)$$

sustituyendo;

$$fe_j = (1 - t) (ventas \times fvn_j - costpn \times fesc_j - gen \times fesg_j - gf_j) + t \times fdep_j + cif + vr_j - cif \times fifa_j - cta_j - cia_j \quad (43)$$

Esta última ecuación proporciona una fórmula general del flujo de efectivo anual.

2.1.5 Flujo de efectivo descontado.

El modelo de flujo de efectivo que describe satisfactoriamente a proyectos de procesos químicos es el del tipo escalonado uniforme con aplicación de capitalización continua.

En base a esto se establecen las siguientes suposiciones de análisis:

- La evaluación se realiza considerando capitalización continua.
- El ingreso después de impuesto ($xidi_j$) se considera un flujo de efectivo continuo escalonado uniforme.
- Los flujos correspondientes al costo anual de capital (cca_j) se consideran discretos y erogados en períodos anuales.

Aplicando las fórmulas de descuento a cada flujo con objeto de llevar los a año cero tenemos:

- a).- El ingreso después de impuesto $xidi_j$ se ha considerado un flujo escalonado continuo uniforme, de donde;

$$xidi_0 = xidi_j \times \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] \quad (44)$$

- b).- El costo anual de capital cca_j está contituido por flujos discretos -- anuales. de donde;

$$vr_0 = vr_j \times e^{-rj} \quad (45)$$

$$cifa_0 = cifa_j \times e^{-rj} \quad (46)$$

$$cta_0 = cta_j \times e^{-rj} \quad (47)$$

$$cia_0 = cia_j \times e^{-rj} \quad (48)$$

- c).- El costo del terreno vt se considera erogado al año cero por lo cual no se descuenta ni se incluye en los incisos anteriores.

Finalmente tenemos que el flujo de efectivo descontado para cada pe-

ríodo está dado por:

$$\begin{aligned} fed_j = & xidi_j \times \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] - cifa_j \times e^{-rj} - cia_j \times e^{-rj} - cta_j \times e^{-rj} \\ & - vt + vr_j \times e^{-rj} \end{aligned} \quad (49)$$

sustituyendo:

$$\begin{aligned} fed_j = & \left[(1 - t) (ventas \times fvn_j - costpn \times fesc_j - gen \times fesc_j - gf_j) \right. \\ & \left. + t \times fdep_j \times cif \right] \left[\frac{e^r - 1}{r} \right] \left[\frac{1}{e^{rj}} \right] - cifa_j \times e^{-rj} - cia_j \times e^{-rj} - cta_j \times e^{-rj} \\ & - vt + vr_j \times e^{-rj} \end{aligned} \quad (50)$$

2.1.6 Valor presente neto.

El valor presente neto (VPN) es el flujo de efectivo descontado -- acumulado hasta la terminación del proyecto. Denotando por nvup el último período del proyecto tenemos:

$$\begin{aligned} vpn = \sum_{j=1}^{nvup} fed_j = \sum_{j=1}^{nvup} & \left[(1 - t) (ventas \times fvn_j - costpn \times fesc_j \right. \\ & \left. - gen \times fesc_j - gf_j) + t \times fdep_j \times cif \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{nvup} cifa_j \times \\ & e^{-rj} - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} - \sum_{j=1}^{nvup} cta_j \times e^{-rj} - vt + \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \end{aligned} \quad (51)$$

En el diagrama de la figura 8 se describe en forma gráfica éste proceso.

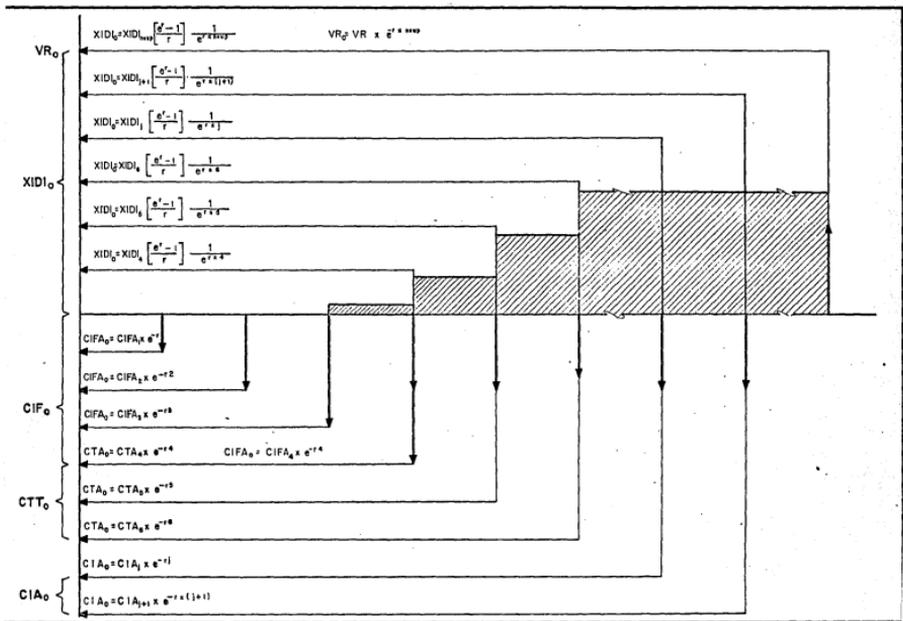


FIG. 8 DIAGRAMA DEL MODELO ESTABLECIDO

2.1.7 Tasa interna de rendimiento.

La tasa interna de rendimiento es la tasa r aplicada al valor presente neto cuando éste es igual a cero.

$$\begin{aligned}
 \text{vpn} = 0 = & \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \left[((1 - t) (\text{ventas} \times \text{fvn}_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesg}_j \right. \\
 & \left. - \text{gf}_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif} \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{cifaj} \times e^{-rj} \\
 & - \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{cta}_j \times e^{-rj} - \text{vt} + \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{vr}_j \times e^{-r} \quad (52)
 \end{aligned}$$

r = tasa interna de rendimiento nominal

2.1.8 Análisis de sensibilidad.

Desarrollado el modelo y obtenidas las ecuaciones correspondientes -- puede plantearse un análisis de sensibilidad de la siguiente forma:

Las ecuaciones 51 y 52 definen al VPN y la TIR como función del precio de venta, volumen de venta, costo directo de producción, gasto de estructura e inversión fija; en consecuencia es posible asignarle tantas veces un valor a cada uno de esos parámetros como se desee manteniendo además los restantes con un valor fijo. Obviamente también es posible efectuar cambios simultáneos en dos o más de las variables anteriores.

Es conveniente aclarar, no obstante, que en lo que a los factores de servicio se refiere, una vez establecidos estos, permanecerán constantes a lo largo del análisis de sensibilidad. Esto se precisa mejor con el siguiente ejemplo:

Supóngase que se desea analizar la sensibilidad del proyecto al costo directo de producción ($cost_{pn}$). Con los datos de los costos directos de producción para el caso base se generan los factores de servicio $fesc_j$. Estos permanecen constantes cuando $cost_{pn}$ es cambiado en el análisis de sensibilidad y mediante su concurso y el nuevo valor de $cost_{pn}$ se generan los valores del costo directo de producción anual (cdp_j) correspondientes a la nueva evaluación.

Por cada cambio de variable se obtendrán los correspondientes indicadores económicos (VPN, TIR, PRIMI, PEQD, IUC).

Se consideró que cinco valores por cada variable son suficientes para conformar un buen análisis de sensibilidad.

MODELO PROBABILISTICO

En la evaluación económica de proyectos el primer problema que se presenta es la confiabilidad de los datos disponibles ya que en la mayoría de los casos éstos no son precisos sino más bien resultados de proyecciones.

Estas proyecciones normalmente sólo indican valores promedios alrededor de los cuales se ubicarán los valores reales. Por esto, dichas variables presentan características de aleatoriedad. Esta es la base del riesgo en el análisis de inversiones.

El riesgo se manifiesta por la incertidumbre de los pronósticos considerados en la evaluación, los cuales pueden estar sujetos a variación debido a un gran número de causas. Así, la inversión fija de la planta puede ser en realidad mayor a la pronosticada o bien se plantea la posibilidad de que la penetración en el mercado sea inferior a nuestras expectativas reper

cutiendo en un bajo volúmen de ventas o en un precio de venta por debajo del estimado.

Si estas variaciones son tomadas en cuenta en forma colectiva al efectuar el análisis, es de esperarse una considerable gama de resultados en el estudio de una misma inversión.

Lo anterior ha llevado a evaluar proyectos no únicamente en base a su posible rentabilidad sino también en función del riesgo económico asociado al retorno de la inversión.

Una forma tradicional de considerar el riesgo implícito en una inversión es la de incrementar el valor de la TVC. Este incremento será proporcional al capital invertido y al riesgo involucrado, de tal forma que a mayor riesgo se tendrá una TVC mayor. La TVC en este caso estará compuesta -- por la suma siguiente:

$$TVC = TCC + TR \quad (53)$$

donde TCC es la tasa de costo de capital y TR es la tasa de riesgo.

En general, esta forma de evaluar el riesgo es subjetiva y ha prevalecido el criterio de que no es la mejor.

Así, si el riesgo es tan grande que incluso pueda poner en peligro la propia existencia de la empresa, ninguna TVC por alta que sea estaría en -- condiciones de cubrir ese riesgo. En un caso así, no sería permisible la inversión aunque se tuvieran expectativas de ingresos elevados.

Se busca entonces el establecimiento de métodos de estimación probabilística que permitan cuantificar el grado de incertidumbre en los valores -- estimados. Estos métodos se basan en pronósticos o conjeturas de lo que --

puede suceder a futuro y su aplicación requiere el uso de la estadística.

2.2 FUNDAMENTOS TEORICOS

2.2.1 Pronóstico de datos.

Normalmente las predicciones de las variables están basadas en una cantidad limitada de datos de sucesos anteriores. Dichos datos proporcionan elementos de juicio para detectar el comportamiento histórico de la variable y predecir los posibles valores futuros de ella (fig. 9).

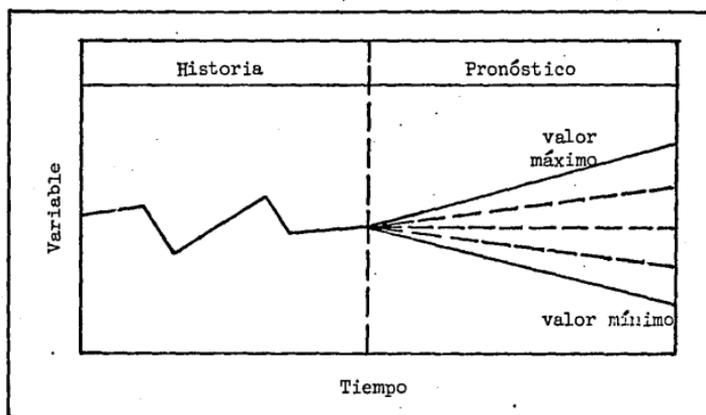


Fig. 9.- Pronóstico de datos

El pronóstico de una variable generalmente se fundamenta en la opinión de expertos. Estos deben tener la destreza y experiencia suficientes para poder determinar el conjunto de valores que puede asumir la variable, incluyendo sus valores máximo y mínimo.

Diversas técnicas de pronóstico son utilizadas en el proceso generativo de estos valores. Una de ellas lo constituye el método delphi que con

siste en recabar opiniones de cada experto por separado. Un coordinador evalúa y cuantifica esos estimados y detecta si son o no modificados por las demás opiniones. El procedimiento se repite hasta llegar a un consenso.

De este modo se obtienen rangos de valores probables para cada una de las variables consideradas.

Es importante resaltar, sin embargo, que en estos casos, la validez de los resultados finales del análisis de riesgos no puede ser mayor a la validez de los pronósticos en que se fundamenta y la confiabilidad de éstos dependerá en última instancia de la destreza de los estimadores.

Obtenidos los pronósticos de cada variable, es conveniente organizarlos de tal forma que puedan obtenerse inferencias válidas de ellos.

Es indispensable tener presente que el número de estimados para cada variable puede ser tan grande como se desee y en ese sentido, dado el carácter limitado del número de estimados disponibles en la práctica, a dicho conjunto de valores puede considerarse como una muestra extraída de una población. Esto implica el empleo de estadísticos muestrales.

Un estadístico es un valor inferido de una muestra y su importancia radica en que posibilita el cálculo de los parámetros correspondientes a toda la población. Así, la desviación estándar s de la muestra corresponde y es representativa de la desviación estándar σ de la población. Del mismo modo, el valor medio \bar{x} de una muestra corresponde al valor medio μ de la población.

2.2.2 Distribución de frecuencias.

Los datos o pronósticos obtenidos constituyen la información básica necesaria para graficar una curva de distribución de frecuencias.

Para esto, en primer lugar deben ordenarse los datos, sea en forma ascendente o descendente, considerando su rango o recorrido. Si x representa la variable que toma valores de la muestra establecida, la frecuencia de ellos dentro de un intervalo de valores de x , denotado por fx_i , puede graficarse contra los valores medios de x de cada intervalo para formar un histograma (fig. 10). En este caso, la ordenada será la frecuencia y la abscisa el intervalo establecido, llamado también clase.

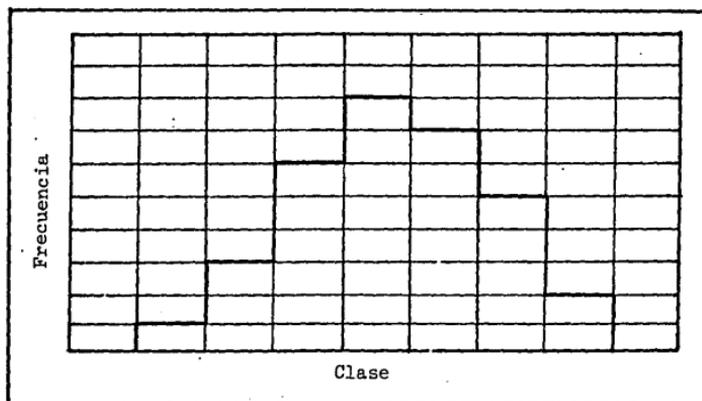


Fig. 10.- Distribución de frecuencias

Si la frecuencia de valores x en cada intervalo se divide entre el total de frecuencias se obtienen frecuencias relativas. Cuando la frecuencia relativa es graficada como ordenada en el histograma, la suma de las áreas bajo las barras es la unidad.

Si x es una variable continua y el intervalo se hace cada vez más pequeño, la distribución de frecuencias resultará en una curva plana -- (fig. 11).

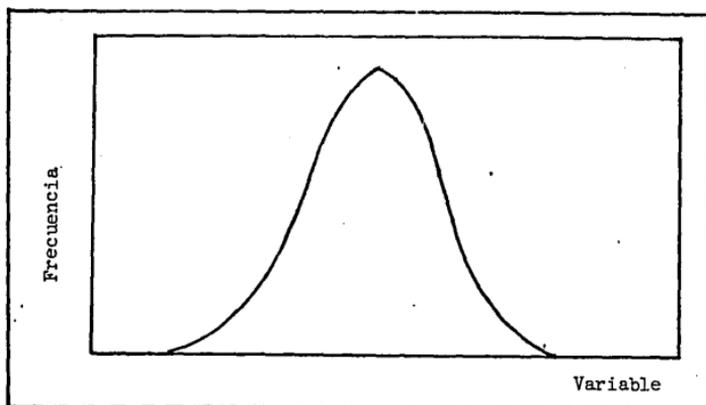


Fig. 11.- Distribución de frecuencias de una variable continua

2.2.3 Distribución de frecuencia acumulada.

La distribución de frecuencia acumulada es muy utilizada en análisis de riesgos. Se obtiene sumando en forma secuencial la frecuencia de cada clase; la frecuencia total de todos los valores menores que el límite superior de una clase se conoce como frecuencia acumulada y en este caso se determina que porcentaje del total de los estimados es menor a un límite dado (fig. 12).

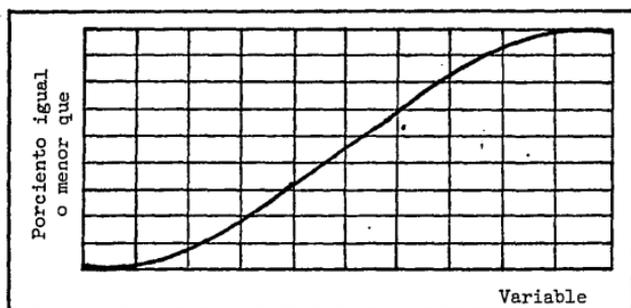


Fig. 12.- Curva de frecuencia acumulada

2.2.4 Probabilidad como frecuencia relativa.

"Si se realiza n veces un mismo experimento y un cierto suceso e del mismo ocurre ne veces, a la razón $\frac{ne}{n}$ se le llama frecuencia relativa de --ocurrencia de e y puede usarse como una estimación de la probabilidad de --ocurrencia $p(e)$ de e ."

De acuerdo con esto, la probabilidad estimada o empírica de un suceso se toma como el límite de la frecuencia relativa de aparición del suceso cuando el número de observaciones crece indefinidamente. Matemáticamente, esto se expresa:

$$p(e) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{ne}{n} \quad (54)$$

Esto significa que si se realiza un número muy grande de lanzamientos de una moneda, la frecuencia relativa de apariciones de águilas se irá acercando a 0.5 como límite. Este número es el asociado a la probabilidad de obtener águilas en n lanzamientos.

Lo anterior fundamenta el hecho de considerar a las distribuciones de frecuencias relativas como distribuciones de probabilidad empírica o estadística. Esto hace que en una distribución continua, el área bajo la curva comprendida entre dos puntos x_1 y x_2 represente la probabilidad de que un valor seleccionado al azar tenga un valor x en el intervalo x_1 a x_2 .

Este concepto de probabilidad, aunque útil en la práctica, no es consistente desde el punto de vista matemático desde el momento que puede no existir un número límite para una frecuencia relativa dada.

2.2.5 Probabilidad formal.

La moderna teoría de probabilidades se fundamenta en un desarrollo axiomático lógico que proporciona estructuras matemáticas aceptables y - objetivas.

No es objetivo del presente trabajo profundizar sobre la teoría de probabilidad, por lo que se comenta brevemente sobre los axiomas de probabilidad.

Axiomas de probabilidad

- 1.- La probabilidad de un suceso imposible es 0. Si el evento es seguro, su probabilidad es 1. En cualquier otro caso la probabilidad varía entre 0 y 1.
- 2.- La lista de posibles soluciones debe incluir todas las soluciones -- factibles, es decir, la suma de las probabilidades individuales es - 1.
- 3.- Los eventos listados son mutuamente excluyentes.

2.2.6 Variable aleatoria y función de probabilidad.

Un fenómeno aleatorio es aquel que puede proporcionar varios resultados.

En la moderna teoría de probabilidades, todos los posibles resultados de un experimento generan un espacio muestral y a cada punto de él - puede asociarse un número llamado probabilidad. Una variable aleatoria - es una función definida en cada punto del espacio muestral.

De este modo, si x es una variable aleatoria, se define como fun-- ción de probabilidad a la función $P(x)$ que asigna una medida de la probabilidad de ésta variable.

En la figura 13 se describe este proceso de asignación; a cada variable aleatoria x del espacio muestral le corresponde una probabilidad $p(x)$ comprendida entre 0 y 1. La ley de correspondencia que determina esta asignación es la función de probabilidad $P(x)$.

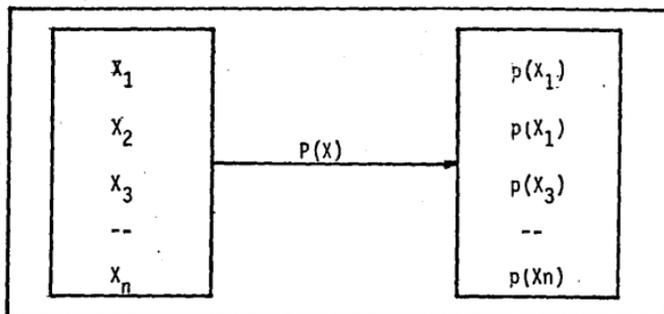


Fig. 13.- Función de probabilidad

La función de probabilidad debe satisfacer las siguientes condiciones:

- La probabilidad de cada valor debe ser igual o mayor a 0.

$$p(x) \geq 0$$

- La suma total de probabilidades es igual a 1.

$$\sum p(x) = 1$$

2.2.7 Distribución de probabilidad.

A la colección de pares $(x, p(x))$ se le llama distribución de probabilidad de x .

Esta distribución de probabilidad es análoga a la distribución de -- frecuencias relativas donde dichas frecuencias relativas han sido sustituf

das por probabilidades. Así, las distribuciones de probabilidad son teóricamente las distribuciones de frecuencia relativa llevadas al límite cuando el número de observaciones hechas es muy grande.

La representación gráfica de una distribución de probabilidad es similar a la de una distribución de frecuencias.

2.2.8 Distribución de probabilidad continua.

Cuando la variable aleatoria es continua en el rango de $-\infty$ a $+\infty$ su distribución de probabilidad está regida por una función $f(x)$ llamada función de densidad de probabilidad (f.d.p) que debe satisfacer las siguientes condiciones:

$$f(x) \geq 0 \quad \text{para} \quad -\infty < x < +\infty$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} f(x) dx = 1$$

La representación gráfica de ésta función se aprecia en la figura 14.

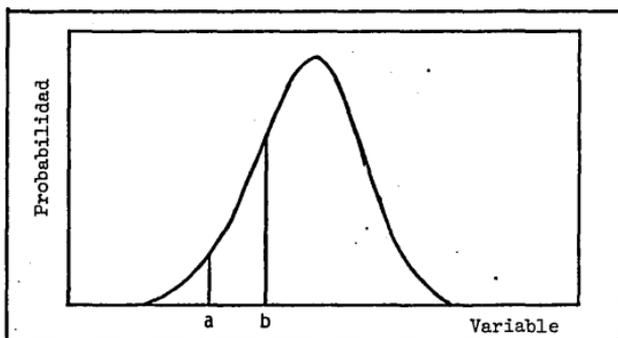


Fig. 14.- Distribución de probabilidad continua

El área total bajo la curva es 1. El área bajo la curva comprendida entre a y b proporciona la probabilidad de que x se encuentre entre a y b .

2.2.9 Modelos matemáticos para curvas de distribución de probabilidad.

Se han desarrollado modelos matemáticos para curvas de distribución de probabilidad continua y discreta bajo distintas condiciones de experimentación.

Entre las más conocidas y utilizadas se encuentran las distribuciones normal, poisson, binomial, multinomial, beta y gama.

Sin embargo, la utilización práctica de éstas y otras funciones de probabilidad no se contemplan en el presente trabajo a excepción de la -- distribución normal, cuyas propiedades se analizan con mayor detalle más adelante.

Las distribuciones de frecuencias que se obtienen a partir de datos observados o pronosticados son estadísticas, sin embargo, basándonos en -- las consideraciones hechas anteriormente podemos postular que las distribuciones de probabilidad teóricas sean modelos que reflejen el comportamiento de la variable considerada.

En este punto habrá que considerar dos aspectos del problema. El -- primero se refiere a que la distribución de probabilidad teórica debe representar características propias del fenómeno a representar y el segundo que tendremos que escoger que distribución de probabilidad conocida (binomial, poisson, normal, multinomial, etc) puede representar el fenómeno.

Así por ejemplo, muchos de los fenómenos naturales y de comportamiento humano pueden representarse satisfactoriamente mediante una distribución normal. En cambio la distribución de poisson es útil en la aplica --

ción de la teoría de colas. Si los datos se originan de experimentos de Bernouilli estarán regidos por una distribución bernouilli. La distribución -- beta se utiliza en el estudio de redes de actividad tipo PERT.

Es improbable que cualquier curva de distribución de frecuencias obtenidas en la práctica se ajuste exactamente a una distribución teórica de -- probabilidad. No obstante, son aproximaciones útiles, particularmente en -- vista de la inherente inseguridad en los pronósticos.

2.2.10 Ajuste de datos a una curva de probabilidad.

El primer paso en la selección de una distribución de probabilidad - que pueda describir el comportamiento de un conjunto de datos estadísticos consiste en dibujar un histograma o curva de distribución de frecuencias - con los datos disponibles.

En base a las gráficas y propiedades de las distribuciones de probabilidad teóricas más importantes se determina cual de ellas se ajusta mejor - a la curva encontrada y se estiman sus parámetros.

Seleccionada ya la distribución de probabilidad, es necesario determinar la precisión del ajuste. En el caso más simple se compara el histograma con la distribución seleccionada y se observa la discrepancia. Métodos más-complejos han sido establecidos para detectar la bondad del ajuste como son las pruebas chi-cuadrada y la de Kolmogorov-Smirnov.

No siempre será posible la aplicación del procedimiento anterior por la razón de que existirán distribuciones de frecuencias complejas que difícilmente se ajusten a una distribución de probabilidad teórica. Esto dificulta su caracterización por métodos estadísticos convencionales ya que la-cantidad de cálculos puede llegar a ser muy grande.

Cuando éste es el caso puede recurrirse a métodos que utilizan núme--

ros aleatorios para simular funciones de densidad de probabilidad.

En estos métodos, llamados métodos de Montecarlo, las variables sujetas a incertidumbre son generadas mediante una simulación que hace uso de números al azar con lo cual se posibilita la obtención de curvas de probabilidad acumulada para variables aleatorias dadas.

En lo que a distribuciones de variables económicas se refiere, muchas de las distribuciones que se encuentran en el campo de las finanzas y los negocios no son simétricas sino más bien sesgadas, por lo que una curva de distribución normal no será un buen modelo representativo. Sin embargo, -- dado que los datos son estimados en base a tendencias futuras, la representatividad de la distribución normal es aceptable.

Lo anterior se fundamenta en buena medida en las propiedades mismas de la curva normal; la más significativa en este caso es el teorema del límite central, que demuestra que cuando un número muy grande de observaciones son manejadas, éstas tienden a seguir modelos de distribución normal.

2.2.11 Distribución normal.

La distribución normal de una variable aleatoria x que toma valores en el rango $-\infty$ a $+\infty$ tiene la siguiente función de densidad de probabilidad:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (55)$$

donde: μ = valor medio, media o valor esperado de la población.

σ = desviación estándar

el medio o esperado μ está dado por:

$$\mu = \frac{\sum fx_i}{\sum f}$$

donde: x_i = valor de la variable

fx_i = frecuencia de aparición de x_i

La desviación estándar σ de la población es:

$$\sigma = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 fx_i}{\sum fx_i - 1} \right]^{0.5} \quad (56)$$

La varianza σ^2 es el cuadrado de la desviación estándar:

$$\sigma^2 = \left[\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2 fx_i}{\sum fx_i - 1} \right] \quad (57)$$

Una distribución normal es simétrica y por lo mismo, su moda, mediana y media coinciden. Por ello su coeficiente de sesgo es 0 y el de curtosis es igual a 3.

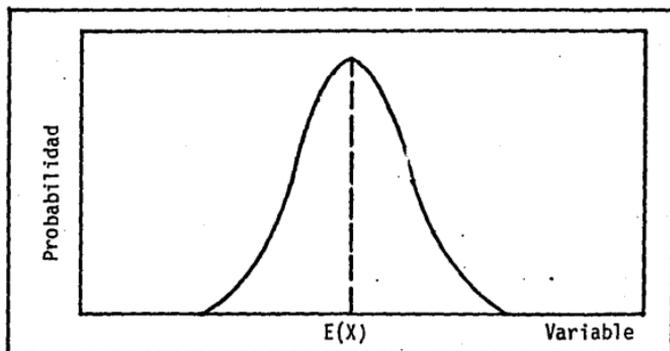


Fig. 15.- Distribución de probabilidad normal

La figura 15 ilustra una distribución normal. Por simetría, el área izquierda es exactamente igual al área derecha. Los valores de la variable están normalmente distribuidos alrededor del valor medio o valor esperado $E(x)$.

Distribución normal estándar.

Cuando x está expresada en unidades de desviación z se obtiene la distribución normal estándar y la ecuación 55 queda:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}z^2} \quad (58)$$

donde: $z = \frac{x - \mu}{\sigma}$ (59)

z se distribuye normalmente con media 0 y varianza 1.

Algunas propiedades de la distribución normal.

- a).- El área total bajo la curva vale la unidad.
- b).- El 68.27% de todos los valores de la variable x están comprendidos dentro del rango de $(E(x) - \sigma, E(x) + \sigma)$. Esto en unidades tipificadas significa que z estará comprendida entre -1 y $+1$.
- c).- El 95.45% de todos los valores están dentro del rango -2σ a 2σ de la media. Entonces z estará entre -2 y 2 .
- d).- El 99.73% de todos los valores de la población está en el rango de -3σ a $+3\sigma$ de la media ($-3 < z < 3$).

Para propósitos prácticos puede considerarse que todos los estimados se encontrarán en el intervalo de $\pm 4\sigma$ de la media (estrictamente hablando es el 99.99% de los casos) tal como se denota en la figura 16.

La anterior suposición es particularmente útil cuando no se cuente -

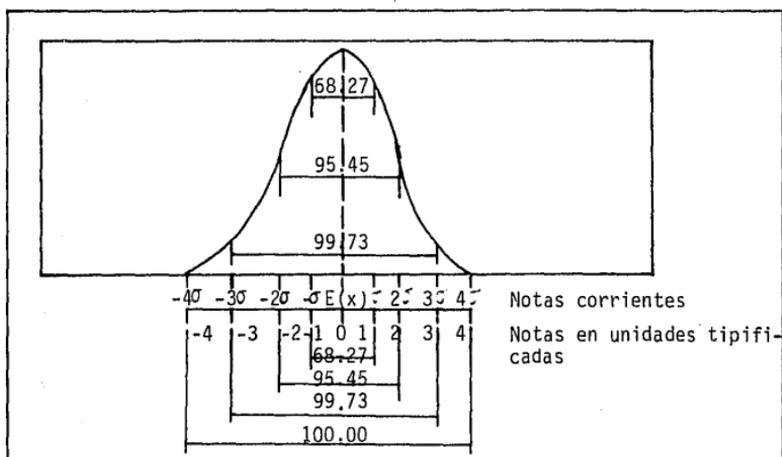


Fig. 16 Dispersión de valores en una distribución normal

con datos suficientes para el cálculo de σ como es el caso de tener únicamente los valores máximo y mínimo de la variable. Bajo ésta consideración, la desviación estándar será un octavo del rango de incertidumbre, esto es:

$$\sigma = \frac{x_{\text{máx.}} - x_{\text{mín.}}}{8} \quad (60)$$

La desviación estándar es una medida de la dispersión de los resultados con respecto al valor esperado o media y por ello estará en buena medida relacionada al riesgo del proyecto. Así, de las propiedades mencionadas tenemos que el 68.27% de todos los resultados están en el intervalo de $\pm\sigma$; esto significa que ese valor (68.27%) representa la probabilidad de que la variable se encuentre en el rango $(E(x) - \sigma, E(x) + \sigma)$.

Es evidente que una desviación de 5 con respecto a una media de 1000 no tiene el mismo efecto que con una media de 20.

El coeficiente de variación o covarianza permite la comparación entre la media y la desviación mediante la siguiente razón;

$$\text{cov} = \frac{\sigma}{\mu} \quad (61)$$

este coeficiente proporciona una medida de la dispersión relativa de los datos.

En base a lo anterior, podemos concluir entonces que el valor medio o esperado, la varianza, desviación estándar y la covarianza asociadas a la distribución de probabilidad de una variable son capaces de proporcionar una medida cuantitativa del riesgo.

2.2.12 Distribución normal de probabilidad de una función de varias variables

Hasta ahora se ha mencionado la distribución probabilística de una variable aleatoria, sin embargo, en las situaciones reales a menudo se plantea la conjunción de varias variables para conformar una función. Este es el caso de los parámetros relacionados a un proyecto, donde, por ejemplo, el monto de las ventas es función tanto del volumen como del precio de venta.

Si una variable, que llamaremos y , es función de otras variables $x_1, x_2, x_3, \dots, x_j$ tenemos;

$$y = f(x_1, x_2, x_3, \dots, x_j)$$

No obstante que la distribución de cada variable x pueda ser sesgada, la distribución de la función y tiende a aproximarse a la distribución normal. Esto se fundamenta en el teorema del límite central y es particularmente aplicable cuando el número de variables x que componen la función se incrementa.

Se ha mencionado que cuando los datos se originan de pronósticos, la

aproximación de la distribución normal es aceptable, sobre todo cuando el número de datos es grande. Si se dispone de valores por cada variable independiente x_1, x_2 , etc. podemos suponer que cada una de ellas sigue una distribución normal.

Asumiendo entonces que cada variable independiente está normalmente distribuida tenemos:

$$\sigma_y^2 = \left(\frac{\partial y}{\partial x_1}\right)^2 \sigma_1^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_2}\right)^2 \sigma_2^2 + \left(\frac{\partial y}{\partial x_3}\right)^2 \sigma_3^2 + \dots + \left(\frac{\partial y}{\partial x_j}\right)^2 \sigma_j^2 \quad (62)$$

donde: σ_y^2 es la varianza de la función y .

σ_j^2 es la varianza de la variable independiente x_j .

$\frac{\partial y}{\partial x_j}$ es la derivada parcial de la función y con respecto a cada variable independiente x_j correspondiente.

Por otro lado, cuando un producto de funciones es establecido tenemos lo siguiente:

$$u = x_1 x_2 \quad (63)$$

ésta ecuación puede reescribirse:

$$\frac{\sigma_u^2}{u^2} = \frac{\sigma_1^2}{x_1^2} + \frac{\sigma_2^2}{x_2^2} \quad (64)$$

despejando:

$$\sigma_u^2 = \frac{\sigma_1^2}{x_1^2} u^2 + \frac{\sigma_2^2}{x_2^2} u^2 \quad (65)$$

2.3 FORMULACION DEL MODELO PROBABILISTICO

6

El desarrollo del modelo probabilístico parte de la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned}
 v_{pn} = & \sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times f_{vn_j} - \text{costpn} \times f_{esc_j} - \text{gen} \times f_{esg_j} - g_{f_j}) \right. \\
 & \left. + t \times f_{dep_j} \times \text{cif} \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{nvup} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \text{cif} - \text{ctt} \\
 & - vt + \sum_{j=1}^{nvup} v_{r_j} \times e^{-rj} \quad (66)
 \end{aligned}$$

Esta ecuación fué obtenida en la formulación del modelo determinístico y en ella se establece al v_{pn} como función de las siguientes variables independientes:

p_v = precio de venta

v_{vn} = volúmen anual de ventas

costpn = costo directo de producción anual

gen = gasto de estructura anual

cif = inversión fija de la planta

de donde: $v_{pn} = f(p_v, v_{vn}, \text{costpn}, \text{gen}, \text{cif})$

Utilizando el método delphi o cualquier otra técnica de pronósticos -- pueden obtenerse intervalos de valores probables para cada una de éstas variables independientes. Estos estimados son útiles en la cuantificación del riesgo en el proyecto.

Se postula que cada una de las variables independientes está distribuída en forma normal alrededor de su valor medio o esperado. Como consecuencia

de esto, la función vpn también podrá ser descrita por una distribución normal. Esta suposición se sustenta en lo previamente comentado en incisos anteriores.

Es conveniente aclarar que no obstante que cada variable independiente no fuese descrita por una distribución normal, la distribución del vpn -- tiende a aproximarse a la normal.

Con estos antecedentes, puede obtenerse una descripción probabilística del vpn que en primera instancia requerirá de la determinación de una -- distribución de probabilidad acumulada.

Con los métodos tradicionales de cálculo integral no es posible integrar la función de densidad de probabilidad (f.d.p) acumulada de una función normal estándar, sin embargo, por medio de análisis numérico se han obtenido tablas de dicha función que simplifican la obtención de la f.d.p. -- mencionada. Esta tabla es de fácil acceso y normalmente está incluida en -- textos de probabilidad o estadística y permite el cálculo del área bajo la curva normal estándar con relativa facilidad.

Para describir el procedimiento de cálculo consideremos el siguiente ejemplo:

Se desea calcular la probabilidad de obtener un vpn de 1,000 o menos cuando los valores de vpn y σ_{vpn} son 950 y 25 respectivamente. Aplicando la ecuación 59 tenemos:

$$z = \frac{vpn - \overline{vpn}}{\sigma_{vpn}} = \frac{1000 - 950}{25} = 2$$

donde z es la variable normalizada

Con $z = 2$, la probabilidad de obtener un vpn de 1000 o menos es, de --

acuerdo a la tabla mencionada, de 97.7%.

También es válido plantear un procedimiento inverso de cálculo, es decir, calcular el vpn que corresponde a una probabilidad dada de 97.7% cuando el vpn y σ_{vpn} tienen los valores de 950 y 25 respectivamente. De la ecuación 59 tenemos:

$$z = \frac{vpn - \overline{vpn}}{\sigma_{vpn}}$$

despejando:

$$vpn = z \times \sigma_{vpn} + \overline{vpn}$$

sustituyendo:

$$vpn = z (25) + 950$$

un paso intermedio y necesario será obtener z a partir de la probabilidad dada de 97.7% mediante el concurso de la tabla. Realizando las operaciones correspondientes encontramos que $z = 2$, de donde finalmente;

$$vpn = 2 (25) + 950$$

$$vpn = 1000$$

Estos procedimientos de cálculo facilitan la obtención de la curva de probabilidad acumulada de la función vpn referida antes. Esta curva es útil para nuestros propósitos dado que permite pronosticar confiablemente en que rango de valores se situará el vpn y además asocia a cada valor de vpn una probabilidad dada. Es obvio que estos resultados dependerán de los valores de vpn promedio y desviación estándar (σ_{vpn}) asignados y éstos a su vez de los pronósticos de las variables independientes dadas ($pv, vvn, gen,$

costpn,cif).

Por otro lado, el hecho de contar con una curva de probabilidad acumulada del vpn posibilita efectuar comparaciones útiles. Así, puede compararse la probabilidad acumulada de un vpn cualquiera (como el obtenido en la evaluación económica por ejemplo) con la probabilidad del vpn promedio o esperado y obtener desviaciones que indican la posibilidad de rebasar o quedar corto en nuestro estimado.

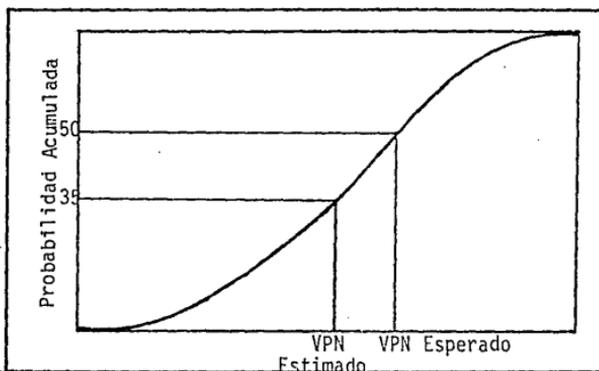


Fig. 17 Determinación gráfica de la probabilidad acumulada del vpn.

En la figura 17 se denota este proceso de comparación, donde la probabilidad del vpn dado fué menor a la del vpn esperado. Relacionando ambas -- probabilidades tenemos:

$$s = \frac{50}{35} = 1.42$$

esto significa que la probabilidad de obtener el vpn dado fue un 42% menor a la probabilidad de obtener el vpn esperado. Esto implica que los estimados en el proyecto se inclinan hacia un criterio conservador.

Estos resultados proporcionan pautas sobre las características de los estimados utilizados en la evaluación económica y detectan si éstos se inclinan hacia el lado seguro o incierto.

Si a ésta cuantificación aunamos el cálculo de la desviación estándar, varianza y covarianza se obtiene una panorámica aceptable sobre el riesgo asociado a la inversión.

Esta misma metodología de análisis de riesgos aplicada a la tir permite obtener una descripción probabilística de éste parámetro, similar a la obtenida para el vpn, aunque en este caso no debe soslayarse el hecho de que la tir es una función implícita de las variables independientes mencionadas.

Este procedimiento para obtener la curva de probabilidad acumulada implica la necesidad de distribuir normalmente tanto al vpn como a la tir con media cero y varianza uno (distribución normal estándar) mediante las siguientes ecuaciones:

$$z = \frac{vpn - \overline{vpn}}{\sigma_{vpn}} \quad (67)$$

$$z = \frac{tir - \overline{tir}}{\sigma_{tir}} \quad (68)$$

Lo anterior plantea la necesidad de conocer previamente los valores de vpn, σ_{vpn} , tir y σ_{tir} .

El cálculo de los valores promedio de vpn y tir no plantea mayores problemas ya que basta con calcular el valor promedio de cada variable independiente y sustituirlo en la ecuación correspondiente.

El cálculo de las desviaciones estándar del vpn y la tir presenta ma-

yor complejidad y se basa en las ecs. 51 y 52 que definen al v_{pn} y la tir como función de varias variables independientes así como de las ecs. 62 y 65 que permiten el cálculo de la varianza de una función de varias variables.

El desarrollo matemático para el cálculo de los valores v_{pn} , $\sigma_{v_{pn}}$, tir , y σ_{tir} se describirá en el siguiente inciso.

Finalmente tenemos que la secuencia de cálculo para determinar el riesgo en el proyecto es la siguiente:

- Se determinan los valores de v_{pn} , $\sigma_{v_{pn}}$, tir , σ_{tir} .
- Se determina la distribución de probabilidad acumulada para el v_{pn} y la tir .
- Se encuentra el valor esperado para el v_{pn} y la tir .
- El valor estimado para el v_{pn} y la tir son los calculados en la evaluación económica.
- Se determina la probabilidad acumulada de los valores esperados y estimados del v_{pn} y la tir .
- La desviación entre las probabilidades del valor esperado y el valor estimado proporciona una medida de la posibilidad de rebasar o quedar corto en los estimados del proyecto con respecto a los valores más probables. De ésta forma se detecta si los valores estimados se inclinan hacia el lado seguro o incierto.
- Adicionalmente se obtienen la varianza, desviación estándar y el coeficiente de variación para el v_{pn} y la tir .

2.3.1 Desarrollo matemático del modelo probabilístico.

Partiendo de la ec. 66 que define al v_{pn} como función de varias variables

bles y las ecs. 62 y 65 se determinan las ecuaciones que permiten el cálculo de vp_n , \overline{vnp}_n , tir , y σ_{tir} .

a).- Cálculo del valor presente neto promedio o esperado (\overline{vp}_n).

El vp_n promedio se obtiene con la sustitución de los valores promedios de cada variable independiente en la ecuación 66. Calculando dichos valores promedios tenemos:

$$\overline{pv} = \frac{\sum_{j=1}^n pv_j}{n}$$

n = no. de estimados para cada variable

$$\overline{vvn} = \frac{\sum_{j=1}^n vvn_j}{n}$$

$$\overline{costpn} = \frac{\sum_{j=1}^n costpn_j}{n}$$

$$\overline{gen} = \frac{\sum_{j=1}^n gen_j}{n}$$

$$\overline{cif} = \frac{\sum_{j=1}^n cif_j}{n}$$

$$\overline{ventas} = \overline{pv} \times \overline{vvn}$$

finalmente se obtiene:

$$\overline{vp}_n = \sum_{j=1}^{nvup} \left[\left((1-t) (\overline{ventas} \times fvn_j - \overline{costpn} \times fesc_j - \overline{gen} \times fesc_j - gf_j) + t \times fddep_j \times \overline{cif} \right) \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} - \overline{cif} - ctt - vt + \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \right] \quad (69)$$

b).- Cálculo de la desviación estándar del valor presente neto (σ_{vpn}).

La varianza del valor presente neto (σ_{vpn}) se obtiene sustituyendo en la ecuación 62 las variables correspondientes a nuestro caso:

$$\sigma_{vpn}^2 = \left(\frac{\partial vpn}{\partial \text{ventas}}\right)^2 \sigma_{\text{ventas}}^2 + \left(\frac{\partial vpn}{\partial \text{costpn}}\right)^2 \sigma_{\text{costpn}}^2 + \left(\frac{\partial vpn}{\partial \text{gen}}\right)^2 \sigma_{\text{gen}}^2 + \left(\frac{\partial vpn}{\partial \text{cif}}\right)^2 \sigma_{\text{cif}}^2 \quad (70)$$

donde: $\frac{\partial vpn}{\partial x_j}$ = derivada parcial del vpn con respecto a cada variable independiente.

$\sigma_{x_j}^2$ = varianza de cada variable independiente.

La aplicación de la ecuación 70 requiere de la previa determinación de σ_{ventas}^2 .

$$\text{ventas} = pv \times vvn$$

aplicando la ecuación 65 que involucra un producto de funciones tenemos:

$$\sigma_{\text{ventas}}^2 = \left(\frac{\text{ventas}}{pv}\right)^2 \sigma_{pv}^2 + \left(\frac{\text{ventas}}{vvn}\right)^2 \sigma_{vvn}^2 \quad (71)$$

donde: $\frac{\text{ventas}}{pv} = vvn$

$$\frac{\text{ventas}}{vvn} = pv$$

quedando finalmente:

$$\sigma_{\text{ventas}}^2 = vvn^2 \sigma_{pv}^2 + pv^2 \sigma_{vvn}^2 \quad (72)$$

hecho lo anterior, se procede al cálculo de las varianzas y las derivadas parciales.

Cálculo de las varianzas

$$\sigma_{pv}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (pv_j - \overline{pv})^2}{n-1} \quad \text{o bien} \quad \sigma_{pv}^2 = \left(\frac{pv_{\text{máx.}} - pv_{\text{mín.}}}{8} \right)^2 \quad (73)$$

$$\sigma_{vvn}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (vvn_j - \overline{vvn})^2}{n-1} \quad \text{"} \quad \sigma_{vvn}^2 = \left(\frac{vvn_{\text{máx.}} - vvn_{\text{mín.}}}{8} \right)^2 \quad (74)$$

$$\sigma_{\text{costpn}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (\text{costpn}_j - \overline{\text{costpn}})^2}{n-1} \quad \text{"} \quad \sigma_{\text{costpn}}^2 = \left(\frac{\text{costpn}_{\text{máx.}} - \text{costpn}_{\text{mín.}}}{8} \right)^2 \quad (75)$$

$$\sigma_{\text{gen}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (\text{gen}_j - \overline{\text{gen}})^2}{n-1} \quad \text{"} \quad \sigma_{\text{gen}}^2 = \left(\frac{\text{gen}_{\text{máx.}} - \text{gen}_{\text{mín.}}}{8} \right)^2 \quad (76)$$

$$\sigma_{\text{cif}}^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (\text{cif}_j - \overline{\text{cif}})^2}{n-1} \quad \text{"} \quad \sigma_{\text{cif}}^2 = \left(\frac{\text{cif}_{\text{máx.}} - \text{cif}_{\text{mín.}}}{8} \right)^2 \quad (77)$$

Cálculo de las derivadas parciales

Partiendo de la ecuación:

$$vpn = \sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - \text{gf}_j) + \right.$$

$$t \times fdep_j \times cif] \left[\left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} - cif - ctt - vt + \right. \\ \left. \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \right] \quad (78)$$

dado que tanto $(1-t)$ como $\left(\frac{e^r - 1}{r}\right)$ son constantes a una tasa r dada, podemos considerar el siguiente cambio de variable:

$$facex = (1-t) \left(\frac{e^r - 1}{r} \right)$$

sustituyendo y reorganizando tenemos:

$$vpn = \sum_{j=1}^{nvup} facex \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) (ventas \times fvn_j - costpn \times fesc_j - gen \times fesc_j - gf_j) \\ + \sum_{j=1}^{nvup} t \times fdep_j \times cif \times \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} - cif - ctt - \\ vt + \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \quad (79)$$

aplicando los teoremas de sumatorias correspondientes y transformando algebraicamente tenemos:

$$vpn = \sum_{j=1}^{nvup} facex \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) ventas \times fvn_j - \sum_{j=1}^{nvup} facex \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) costpn \times fesc_j - \\ \sum_{j=1}^{nvup} facex \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) gen \times fesc_j + \sum_{j=1}^{nvup} t \times fdep_j \times cif \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) - \\ \sum_{j=1}^{nvup} facex \times gf_j \times e^{-rj} - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} - cif - ctt - vt + \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \quad (80)$$

$$\begin{aligned}
\text{vpn} &= \text{facex} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{ventas} \times \text{fvn}_j \times e^{-rj} - \text{facex} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{costpn} \times \text{fesc}_j \times e^{-rj} \\
&- \text{facex} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{gen} \times \text{fesc}_j \times e^{-rj} + t \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{fdep}_j \times \text{cif} \times e^{-rj} \\
&- \text{facex} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{gf}_j \times e^{-rj} - \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \text{cif} - \text{ctt} - \text{vt} + \\
&\sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{vr}_j \times e^{-rj} \tag{81}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{vpn} &= \text{facex} \times \text{ventas} \cdot \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{fvn}_j \times e^{-rj} - \text{facex} \times \text{costpn} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{fesc}_j \times e^{-rj} \\
&- \text{facex} \times \text{gen} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{fesc}_j \times e^{-rj} + t \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \text{cif} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{fdep}_j \times e^{-rj} \\
&- \text{facex} \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{gf}_j \times e^{-rj} - \sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \text{cif} - \text{ctt} - \text{vt} + \\
&\sum_{j=1}^{\text{nvup}} \text{vr}_j \times e^{-rj} \tag{82}
\end{aligned}$$

ésta última forma de la ecuación simplifica el cálculo de las derivadas parciales, las que finalmente quedan:

$$\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{ventas}} = \text{facex} \sum_{j=1}^{nvup} f_{vn_j} \times e^{-rj} = (1-t) \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} f_{vn_j} \times e^{-rj} \quad (83)$$

$$\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{costpn}} = - \text{facex} \sum_{j=1}^{nvup} f_{esc_j} \times e^{-rj} = -(1-t) \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} f_{esc_j} \times e^{-rj} \quad (84)$$

$$\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{gen}} = - \text{facex} \sum_{j=1}^{nvup} f_{esg_j} \times e^{-rj} = -(1-t) \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} f_{esg_j} \times e^{-rj} \quad (85)$$

$$\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{cif}} = t \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} f_{dep_j} \times e^{-rj} - \text{facex} \sum_{j=1}^{nvup} f_{gf_j} \times e^{-rj} - 1 \quad (86)$$

conocidas las varianzas y las derivadas parciales, se sustituyen en la ecuación 70 para calcular la varianza del v_{pn} ($\sigma^2_{v_{pn}}$).

$$\begin{aligned} \sigma^2_{v_{pn}} = & \left(\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{ventas}} \right)^2 \sigma^2_{\text{ventas}} + \left(\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{costpn}} \right)^2 \sigma^2_{\text{costpn}} + \left(\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{gen}} \right)^2 \sigma^2_{\text{gen}} + \\ & \left(\frac{\partial v_{pn}}{\partial \text{cif}} \right)^2 \sigma^2_{\text{cif}} \end{aligned} \quad (87)$$

obteniendo finalmente:

$$\sigma_{v_{pn}} = \sqrt{\sigma^2_{v_{pn}}} \quad (88)$$

Conocidos \bar{v}_{pn} y $\sigma_{v_{pn}}$ puede obtenerse la distribución acumulada del v_{pn} tal como se estableció en el inciso anterior a partir de la ecuación 67.

$$z = \frac{vpn - \overline{vpn}}{\sigma_{vpn}} \quad (89)$$

c).- Cálculo de la tasa interna de rendimiento promedio (\overline{tir}).

La tasa interna de rendimiento es la tasa r cuando el $vpn=0$. De la ecuación 66 tenemos:

$$\begin{aligned} vpn = 0 = & \sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times fesc_j - \text{gen} \times fescg_j - gf_j) \right. \\ & \left. + t \times \text{rdep}_j \times \text{cif} \right) \left[\left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] - \sum_{j=1}^{nvup} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \text{cif} - \\ & \text{ctt} - vt + \sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} \end{aligned} \quad (90)$$

sustituyendo en ésta ecuación los valores promedios calculados en el inciso (a) podemos encontrar la tir promedio cuando se cumpla la condición $vpn=0$.

d).- Cálculo de la desviación estándar de la tasa interna de rendimiento (σ_{tir}).

La varianza de la tir queda expresada por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \sigma_{tir}^2 = & \left(\frac{\partial tir}{\partial \text{ventas}} \right)^2 \sigma_{\text{ventas}}^2 + \left(\frac{\partial tir}{\partial \text{costpn}} \right)^2 \sigma_{\text{costpn}}^2 + \left(\frac{\partial tir}{\partial \text{gen}} \right)^2 \sigma_{\text{gen}}^2 + \\ & \left(\frac{\partial tir}{\partial \text{cif}} \right)^2 \sigma_{\text{cif}}^2 \end{aligned} \quad (91)$$

Esta última expresión se obtiene a partir de la ecuación 62 mediante la --- sustitución de las variables correspondientes a nuestro caso.

Cálculo de las varianzas

Las varianzas de las variables independientes (σ_{ventas}^2 , σ_{costpn}^2 , σ_{gen}^2 , σ_{cif}^2) fueron ya calculadas en el inciso (b).

Cálculo de las derivadas parciales

Dado que la tasa r es una función implícita de las variables independientes, es necesario igualar la ecuación 90 a una función f .

$$\begin{aligned}
 f = & \sum_{j=1}^{NVUP} \left[((1-t) (ventas \times fvn_j - costpn \times fesc_j - gen \times fesc_j - gf_j) + \right. \\
 & \left. t \times fdep_j \times cif) \left[\left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] - \sum_{j=1}^{NVUP} cia_j \times e^{-rj} - cif - ctt - vt \right. \\
 & \left. + \sum_{j=1}^{NVUP} vr_j \times e^{-rj} \right] \quad (92)
 \end{aligned}$$

Cuando ésta condición se ha cumplido, las derivadas parciales de la función implícita (en este caso r) están dadas por las siguientes expresiones:

$$\frac{\partial r}{\partial ventas} = - \frac{\frac{\partial f}{\partial ventas}}{\frac{\partial f}{\partial r}} \quad (93)$$

$$\frac{\partial r}{\partial \text{costpn}} = - \frac{\frac{\partial f}{\partial \text{costpn}}}{\frac{\partial f}{\partial r}} \quad (94)$$

$$\frac{\partial r}{\partial \text{gen}} = - \frac{\frac{\partial f}{\partial \text{gen}}}{\frac{\partial f}{\partial r}} \quad (95)$$

$$\frac{\partial r}{\partial \text{cif}} = - \frac{\frac{\partial f}{\partial \text{cif}}}{\frac{\partial f}{\partial r}} \quad (96)$$

En el inciso (b) se calcularon las derivadas que se encuentran en el numerador de cada una de las expresiones anteriores, por lo que nos limitaremos a calcular únicamente la derivada $\frac{\partial f}{\partial r}$.

Cálculo de $\frac{\partial f}{\partial r}$

Derivando la ecuación 92 tenemos:

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial r} = \frac{\partial}{\partial r} & \sum_{j=1}^{NVUP} \left[((1-t) (\text{ventas} \times \text{fvn}_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - \text{gf}_j) \right. \\ & \left. + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif}) \left[\left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] - \sum_{j=1}^{NVUP} \text{cia}_j \times e^{-rj} - \text{cif} - \right. \\ & \left. \text{ctt} - \text{vt} + \sum_{j=1}^{NVUP} \text{vr}_j \times e^{-rj} \right] \quad (97) \end{aligned}$$

donde: $\sum_{j=1}^{nvup} vr_j \times e^{-rj} = vr_j \times e^{-rj}$ dado que el vector tiene ceros a excepción del último año del proyecto.

Rearreglando tenemos:

$$\frac{\partial f}{\partial r} = \frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} ((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - \text{gf}_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif}) \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right)}{\partial r} - \frac{\partial \sum_{j=1}^{nvup} \text{cia}_j \times e^{-rj}}{\partial r} - \frac{\partial \text{cif}}{\partial r} - \frac{\partial \text{ctt}}{\partial r} - \frac{\partial \text{vt}}{\partial r} + \frac{\partial vr_j}{\partial r} \times e^{-rj} \quad (98)$$

Desglosando el cálculo tenemos:

$$\text{Cálculo de } \frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - \text{gf}_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif}) \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right]}{\partial r}$$

para simplificar hacemos cambio de variable:

$$X_j = (1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - \text{gf}_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif} \quad (99)$$

quedándonos:

$$\frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} X_j \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right]}{\partial r}$$

Finalmente, después de efectuar los cálculos correspondientes obtenemos.*

$$\frac{\partial}{\partial r} \left[\sum_{j=1}^{nvup} x_j \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] = \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} x_j \left(\frac{-j}{e^{rj}} \right) + \left(\frac{e^r (r - 1) + 1}{r^2} \right) \sum_{j=1}^{nvup} x_j \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \quad (100)$$

Regresando a las variables originales queda finalmente:

$$\begin{aligned} \frac{\partial}{\partial r} \left[\sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times fesc_j - \text{gen} \times fesc_j - gf_j) \right. \right. \\ \left. \left. + t \times fdep_j \times cif) \right] \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] = \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times \right. \\ \left. fvn_j - \text{costpn} \times fesc_j - \text{gen} \times fesc_j - gf_j) + t \times fdep_j \times cif) \right] \left(\frac{-j}{e^{rj}} \right) \\ \left. + \left(\frac{e^r (r-1) + 1}{r^2} \right) \sum_{j=1}^{nvup} \left[((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times fesc_j - \text{gen} \times \right. \right. \\ \left. \left. fesc_j - gf_j) + t \times fdep_j \times cif) \right] \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \right] \quad (101) \end{aligned}$$

Cálculo de $-\frac{\partial}{\partial r} \left[\sum_{j=1}^{nvup} \text{cia}_j \times e^{-rj} \right]$

$$\frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} \right]}{\partial r} = \frac{\partial cia_1}{\partial r} \times e^{-r} + \frac{\partial cia_2}{\partial r} \times e^{-2r} + \dots + \frac{\partial cia_j}{\partial r} \times e^{-rj} \quad (102)$$

donde: cia_j = inversión adicional que no es necesariamente uniforme ni se eroga en cada año de la vida útil, pero para cada año es -- constante.

Rearreglando tenemos:

$$\frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} \right]}{\partial r} = cia_1 \left(\frac{e^{-r}}{r} \right) + cia_2 \left(\frac{e^{-2r}}{r} \right) + \dots + cia_j \left(\frac{e^{-rj}}{r} \right) \quad (103)$$

Generalizando tenemos:

$$\frac{\partial \left[\sum_{j=1}^{nvup} cia_j \times e^{-rj} \right]}{\partial r} = - \sum_{j=1}^{nvup} cia_j \left(\frac{j}{e^{rj}} \right) \quad (104)$$

Calculo de $-\frac{\partial cif}{\partial r}$, $-\frac{\partial ctt}{\partial r}$, $-\frac{\partial vt}{\partial r}$

Estas derivadas son iguales a cero ya que en éstos casos se deriva una -- constante.

Cálculo de $\frac{\partial (vr \times e^{-rj})}{\partial r}$

En este caso $j = nvup$ (último año del proyecto)

$$\frac{\partial (vr \times e^{-rj})}{\partial r} = vr \frac{\partial (e^{-r} \times nvup)}{\partial r} = vr \times e^{-r} \times nvup (-nvup) \quad (105)$$

$$\frac{\partial (vr \times e^{-r} \times nvup)}{\partial r} = -nvup \times vr \times e^{-r} \times nvup \quad (106)$$

Sumando todos los resultados anteriores obtenemos la derivada $\frac{\partial f}{\partial r}$.

$$\begin{aligned} \frac{\partial f}{\partial r} = & \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \sum_{j=1}^{nvup} [((1-t) (\text{ventas} \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j \\ & - gf_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif})] \left(\frac{-j}{e^{rj}} \right) + \left(\frac{e^r (r-1) + 1}{r^2} \right) \sum_{j=1}^{nvup} [((1-t) (\text{ventas} \\ & \times fvn_j - \text{costpn} \times \text{fesc}_j - \text{gen} \times \text{fesc}_j - gf_j) + t \times \text{fdep}_j \times \text{cif})] \left(\frac{1}{e^{rj}} \right) \\ & - \sum_{j=1}^{nvup} \text{cia}_j \left(\frac{-j}{e^{rj}} \right) + vr \left(\frac{-nvup}{e^r \times nvup} \right) \quad (107) \end{aligned}$$

Finalmente conocida $\frac{\partial f}{\partial r}$ podemos determinar las derivadas parciales requeridas sustituyendo en las ecs. 93 a 96.

Conociendo las derivadas parciales y las varianzas, aplicamos la ec. 91 -- para encontrar la varianza y la desviación estándar de la tasa interna de rendimiento.

$$\sigma_r^2 = \left(\frac{\partial r}{\partial \text{ventas}} \right)^2 \sigma_{\text{ventas}}^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \text{costpn}} \right)^2 \sigma_{\text{costpn}}^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \text{gen}} \right)^2 \sigma_{\text{gen}}^2 + \left(\frac{\partial r}{\partial \text{cif}} \right)^2 \sigma_{\text{cif}}^2 \quad (108)$$

$$\sigma_r = \sqrt{\sigma_r^2} \quad \text{donde: } r = \text{tasa interna de rendimiento (tir)}$$

Conocidas σ_r y \bar{r} se aplica la ec. 68 para determinar su distribución acumulada.

C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION DEL PROGRAMA DE COMPUTACION

Al evaluar un proyecto de inversión es recomendable analizarlo considerando también valores distintos a los originalmente establecidos. Un planteamiento de este tipo implica un considerable esfuerzo adicional dada la imprescindible necesidad de repetir la evaluación tantas veces como fuese necesario. No obstante, este procedimiento esta plenamente justificado puesto que posibilita la obtención de información adicional que proporciona mayores elementos de juicio en la toma de decisiones.

La computación es particularmente ventajosa cuando, como en este caso, se requiere de una repetición sistemática de un procedimiento de cálculo --- determinado.

Por esto, el disponer de un programa de computación versátil, capaz de proporcionar resultados con una razonable exactitud y rapidez, facilita la -- generación de información analítica necesaria en una fracción del tiempo normalmente requerido para ello y permite al analista concentrarse en el análisis e interpretación de los resultados obtenidos.

En base a las razones anteriores, el modelo matemático de evaluación -- económica establecido en el capítulo anterior se ha transferido a un programa de computación. Este programa contempla todas las facetas de la evaluación -- que fueron descritas en el modelo mencionado y calcula los principales índices de evaluación económica de proyectos de inversión.

En general, este programa puede analizar los casos siguientes:

- Evaluación del proyecto considerando datos base (caso base)
- Análisis de la sensibilidad del proyecto al precio de venta, volumen -- de ventas, costo directo de producción, gasto de estructura e inver--- sión fija.

El sistema permite el análisis de hasta cinco valores diferentes para cada variable en cada evaluación. Es posible además, analizar la sensibilidad del proyecto a cambios simultáneos en las variables mencionadas.

- Análisis del riesgo asociado al proyecto.

Entre las principales características de este programa pueden mencionarse las siguientes:

- Fué diseñado con la mayor versatilidad posible, tanto en la entrada de datos como en su ejecución misma.
- Posibilita la repetición de la evaluación a distintas condiciones cuando así se requiera.
- Fué codificado en lenguaje Fortran IV para una computadora CDC 760/160- y puede ser adaptado fácilmente a otras máquinas.
- La entrada de los datos puede hacerse en forma interactiva (conversacional) lo cual permite al analista disponer de alternativas de suministro de datos dependiendo del nivel de información disponible. Adicionalmente se presenta la opción de proporcionar los datos por bloques sin tener que recurrir forzosamente al modo interactivo.

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE EVALUACIÓN ECONÓMICA DE PROYECTOS (EVECP)

El sistema computarizado consiste de una serie de subrutinas que son -- sucesivamente aplicadas o saltadas de acuerdo a los datos alimentados. La --- fig. 18 corresponde a un diagrama de bloques de este sistema y es en base a - este dibujo que se hace la siguiente descripción.

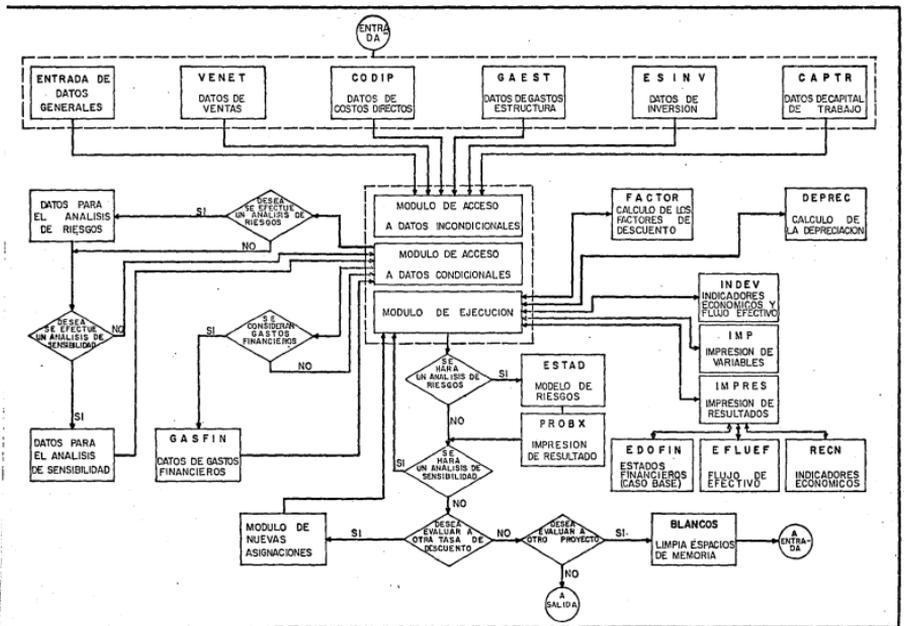


FIG. 18 DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROGRAMA EVECP

3.1.1 Programa principal.

El programa EVECP se compone de tres módulos básicos. El primero es un módulo de acceso a datos incondicionales que llama sucesivamente a un módulo de entrada de datos generales del proyecto y las subrutinas VENET, CODIP, ESINV, y CAPTR donde se solicitan los datos de ventas, costos, estimado de inversión y capital de trabajo respectivamente.

Estas subrutinas están diseñadas de tal forma que presentan alternativas de suministro de datos en cada una de ellas.

El módulo de acceso a datos condicionales permite la entrada de los datos necesarios cuando el análisis de sensibilidad o de riesgos es requerido. Asimismo, dependiendo de la estructura del financiamiento se podrá llamar a la subrutina GASFIN que da acceso a los datos de índole financiera.

En este módulo, el proceso de captación de datos es el siguiente; primeramente se pregunta si se desea efectuar un análisis de riesgos en la evaluación y en caso afirmativo se llama a un módulo de acceso a los datos correspondientes. En caso contrario, se pregunta si se requerirá un análisis de sensibilidad y de ser así, se llama a un módulo que permite la entrada de los nuevos valores para posteriormente regresar al programa principal. Cuando este análisis no es requerido, se regresa directamente al módulo de datos condicionales.

Finalmente se plantea la necesidad de requerir financiamiento externo en la inversión y de ser así, se llama a la subrutina GASFIN donde se introducen los datos correspondientes.

Cuando se ha introducido los datos, éstos se guardan en memoria y se inicia la corrida del módulo de ejecución.

Antes de iniciar el cálculo de los indicadores económicos, éste módulo llama a la subrutina FACTOR que calcula los factores de capitalización continua y discreta y los guarda en memoria en un arreglo matricial para su posterior aplicación. Llama además, a la subrutina DEPREC para el cálculo o suministro de los cargos por depreciación de la planta.

La subrutina INDEV efectúa la evaluación económica completa del proyecto. Calcula los estados financieros, el flujo de efectivo y los indicadores económicos más importantes.

La impresión de los resultados se efectúa mediante las subrutinas IMP, IMPRES, EDOFIN, EFLUEF y RECN.

La subrutina IMP imprime un encabezado con las variables que pueden variar a lo largo de la ejecución del programa cuando un análisis de sensibilidad es realizado.

La subrutina IMPRES imprime los encabezados del formato de resultados y los datos generales del proyecto. Esto último con objeto de compararlos con los datos suministrados y detectar algún posible error. La subrutina IMPRES llama a su vez a las subrutinas EDOFIN, EFLUEF y RECN.

La subrutina EDOFIN imprime los estados financieros cuando se evalúa el caso base (en el análisis de sensibilidad esta subrutina es saltada). El flujo de efectivo se imprime mediante EFLUEF y los índices de evaluación económica con la subrutina RECN.

Obtenidos los parámetros económicos del caso base, se continúa la ejecución del programa y se llega a un nivel de decisión donde se pregunta si fué requerido el análisis de riesgos (recuerdese que los datos de entrada se encuentran guardados en memoria). Si se desea evaluar el riesgo asociado a la inversión se llama a las subrutinas ESTAD y PROBX que efectúan los cálculos e imprimen los resultados.

Posteriormente se detecta la respuesta relacionada a la realización o no del análisis de sensibilidad. Si es afirmativo, se entra a un ciclo completo de corridas sucesivas del módulo de ejecución donde, en cada iteración se cambia el valor de la variable analizada y se obtiene la correspondiente -- impresión de resultados.

En estos casos en cada corrida el módulo de ejecución no repite los pasos tal y como fueron descritos en líneas anteriores, ya que por ejemplo, dado que los factores de capitalización se encuentran ya guardados en memoria - obviamente no se requiere volver a llamar a la subrutina FACTOR. Del mismo modo, en algunas corridas se puede prescindir de ciertas subrutinas mientras -- que al evaluar otra variable será indispensable su aplicación.

Lo anterior es evidente cuando, por ejemplo, se evalúan cambios en el estimado de la inversión fija, donde será necesario llamar nuevamente a la -- subrutina DEPREC para el cálculo de los nuevos cargos por depreciación y a - GASFIN para la determinación de los nuevos gastos financieros si el proyecto ha requerido de capital externo.

Hasta este punto ha sido posible una completa evaluación del proyecto - con su correspondiente impresión de resultados a una tasa de descuento (TVC)- preestablecida de antemano.

Cuando se ha ejecutado este análisis, el programa pregunta si se desea una nueva evaluación del proyecto a una tasa de descuento diferente. De ser - así, antes de aplicar el módulo de ejecución, se transfiere a un módulo de -- nuevas asignaciones donde, además de proporcionar la nueva tasa de descuento, se presenta la posibilidad de hacer cambios en el análisis de sensibilidad - asociado a esta nueva evaluación.

En el módulo de nuevas asignaciones se presentan una serie de opciones donde se plantean las alternativas de suprimir o no la impresión de los resultados del caso base en este nuevo análisis, o bien, repetir o no tanto el análisis de riesgos como el análisis de sensibilidad. Si se desea un nuevo análisis de sensibilidad, pueden asignarse nuevos valores o continuar el proceso con los valores ya proporcionados.

Hecho lo anterior, se procede a aplicar nuevamente el módulo de ejecución, el cual en este caso llamará a todas las subrutinas incluyendo a la subrutina FACTOR que calcula los nuevos factores de descuento con la nueva tasa dada.

La repetición sistemática de este ciclo completo de evaluación permite analizar la rentabilidad de la inversión tantas veces como se desee, posibilitando eventuales cambios en cada iteración. Con esto se logra una doble ventaja.

Por un lado se aprovecha la rapidez del procesamiento de datos donde, disponiendo de la información necesaria, un estudio completo puede lograrse en pocas horas y por otra parte, este diseño otorga versatilidad al programa desde el momento mismo en que pueden introducirse cambios substanciales en su ejecución.

Si se considera que a esta flexibilidad va aunada la posibilidad de cuantificar el riesgo en la inversión, este sistema se convierte en una útil y poderosa herramienta en la formulación y evaluación de proyectos.

Así por ejemplo, supongamos que en una primera ejecución del programa se han obtenido resultados en base a ciertos estimados previamente establecidos. En este caso, el análisis de riesgos permite detectar si dichos estimados están por arriba o por abajo de sus valores más probables.

Esto nos proporciona nuevos elementos de juicio para modificar las variables y asignarles nuevos valores. Con esto puede esperarse razonablemente que el grado de incertidumbre o error en la siguiente evaluación disminuya.

Con objeto de dar una mejor idea del diseño de este sistema se ha incluido un diagrama de flujo simplificado (fig. 19).

En este diagrama, el bloque A describe un segmento del programa que corresponde al proceso de entrada de nuevos valores para una variable cuando el análisis de sensibilidad es solicitado. Se consideró innecesario dibujar el proceso completo de asignación de nuevos valores para todas las variables dado que los pasos son idénticos en cada una de ellas. Esto mismo puede comentarse en lo concerniente al cálculo e impresión de sus respectivos resultados (bloque B) si bien en este último caso existen algunas diferencias de un parámetro a otro que ya fueron comentadas.

En el Anexo 1 se incluye el listado del programa EVECP.

A continuación y con el fin de precisar mejor la estructura de este programa se hace una breve descripción de las características de las subrutinas más importantes.

-->
Continua 1

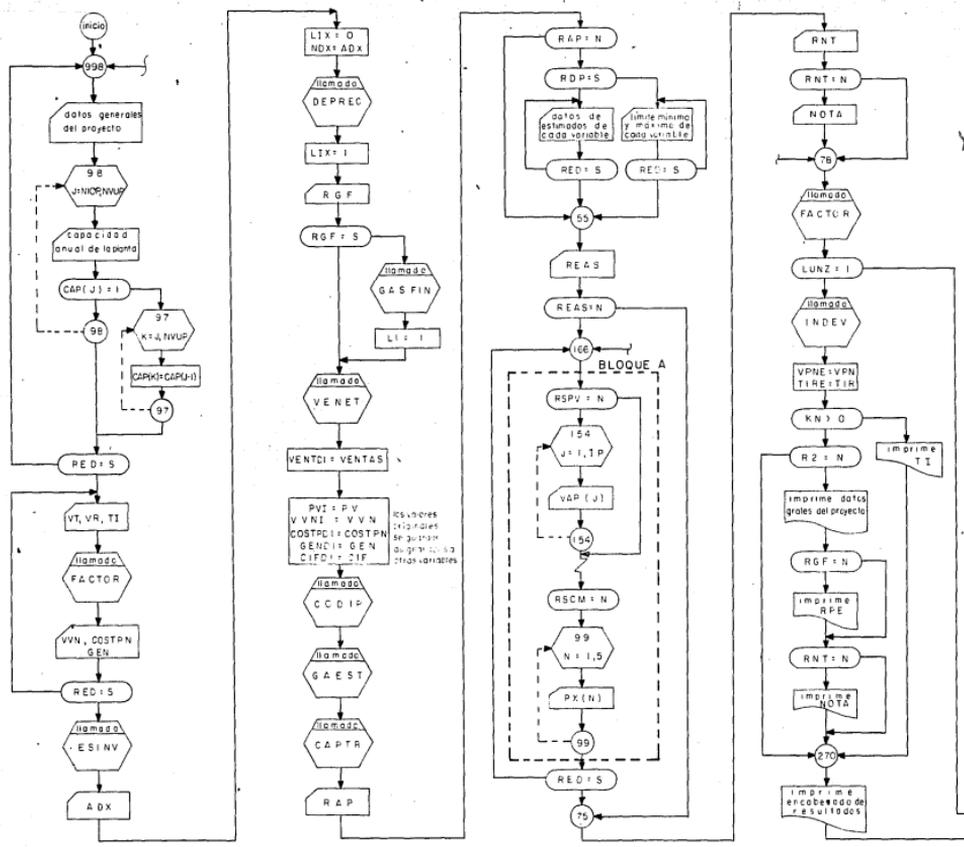
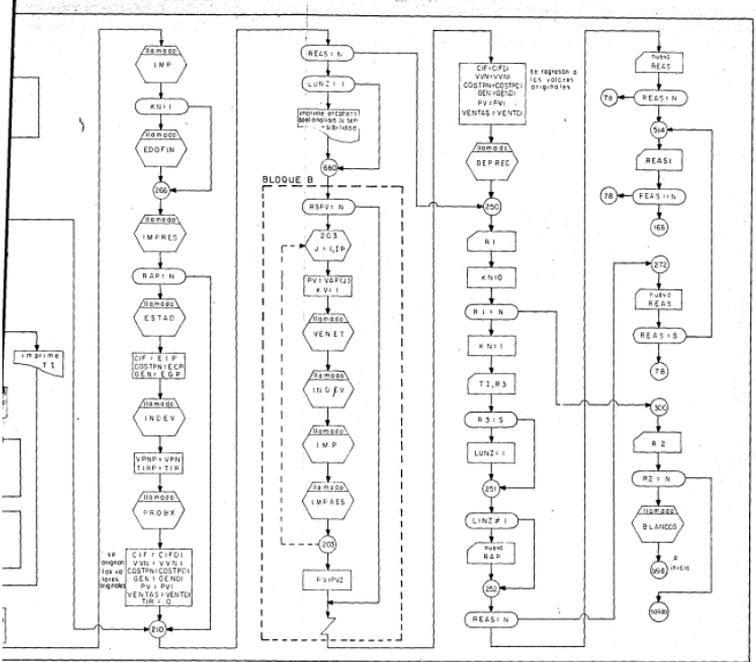


Fig. 19 diagrama de flujo del programa EVECP.



3.1.2 Descripción de subrutinas.

Subrutina VENET

En base al volumen anual de ventas (vva_j), precio de venta (pv), y volumen anual de ventas a operación normal de la planta (vv_n) se calculan los factores de servicio $fesv_j$.

$$fesv_j = \frac{\text{venta bruta anual}}{\text{venta bruta a op. normal}} = \frac{pv \times vva_j}{pv \times vv_n}$$

$$fesv_j = \frac{vva_j}{vv_n}$$

Previendo posibles devoluciones u otros deducibles de lo vendido y eventuales ingresos distintos a las ventas, este factor de servicio se corrige -- mediante la siguiente ecuación.

$$fvn_j = fesv_j (1 + foi - fdev)$$

donde foi y $fdev$ son los factores relacionados a otros ingresos y a devoluciones respectivamente dados como un porcentaje sobre venta bruta anual.

De este modo fvn_j es un factor de servicio que incluye las devoluciones y otros ingresos y por ende, su aplicación proporciona directamente las ventas netas.

Determinados los valores de fvn_j , basta conocer la venta bruta anual a régimen normal, llamada ventas en la subrutina, para determinar las ventas netas anuales (vn_j).

SUBROUTINA VENET

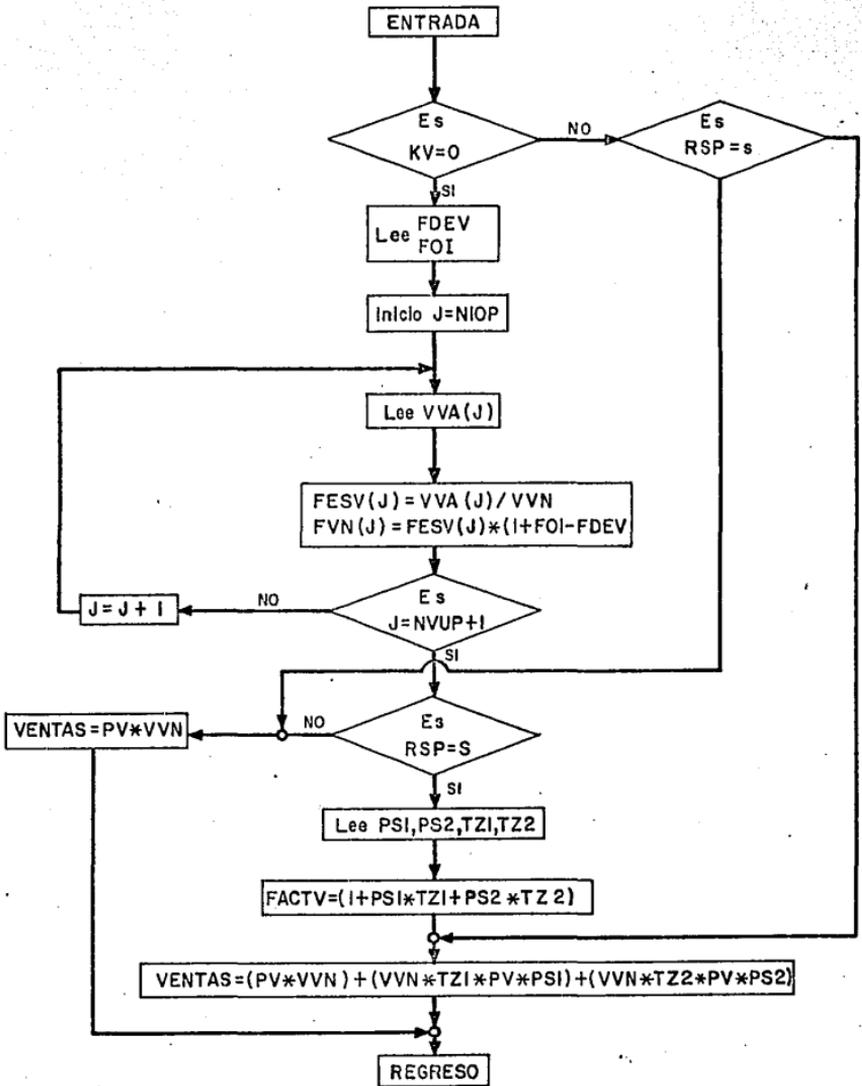


Fig. 20. Diagrama de bloques de la subrutina VENET.

$$\begin{aligned} \text{ventas} &= \text{pv} \times \text{vvn} \\ \text{vn}_j &= \text{ventas} \times \text{fvn}_j \end{aligned}$$

En un análisis de sensibilidad lo que varía es pv o vvn , (y obviamente también ventas) por lo que después de calculados los valores de fvn_j estos -- permanecen constantes y quedan guardados en memoria.

Si se venden subproductos, los cálculos de fesv_j y fvn_j se hacen en base al producto principal. En este caso no puede ignorarse la contribución de los subproductos a los ingresos de proyectos.

Si tomamos en consideración las relaciones estequiométricas en el proceso, podemos estimar la cantidad de subproducto vendido por cada unidad de producto principal a venta (ej. (kgs. de subproducto)/(kg. de producto.))

Conociendo estas relaciones y suministrando el precio de venta de cada subproducto como un por ciento del precio del producto principal podemos calcular ventas relacionándola únicamente al producto principal:

$$\text{ventas} = (\text{pv} \times \text{vvn}) + (\text{vvn} \times \text{tz}_1 \times \text{pv} \times \text{pvs}_1) + (\text{vvn} \times \text{tz}_2 \times \text{pv} \times \text{pvs}_2)$$

donde: tz_1 y tz_2 son las relaciones sub/prod. dadas

pvs_1 y pvs_2 son fracciones decimales que al multiplicarlas por pv dan el precio de los subproductos.

Este procedimiento es válido si tomamos en cuenta que los parámetros -- tz_1 , tz_2 , pvs_1 y pvs_2 son constantes y pueden guardarse en memoria para subsecuentes usos. Así, si se requiere posteriormente de un análisis de sensibilidad con respecto al precio de venta o volúmen de venta, en el cálculo del nuevo valor de ventas únicamente se cambia la variable pv o vvn .

El diagrama de bloques de esta subrutina se encuentra en la fig. 20.

Subrutina CODIP

Aquí se generan los factores de servicio $fesc_j$ referidos al costo --- directo de producción a operación normal de la planta ($costpn$).

$$fesc_j = \frac{cdp_j}{costpn}$$

Se presentan las alternativas de proporcionar directamente el costo directo de producción (cdp_j) por cada año de operación o bien dar los costos -- unitarios (cu_k) de cada uno de los componentes que conforman dicho costo (ej. pesos/kw-h, pesos/kg.mat. prima, pesos/kg. catalizador, etc.).

Si esta última opción es seleccionada, será necesario además suministrar las relaciones (rz_k) correspondientes de las cantidades requeridas de -- cada concepto por cada unidad de producto terminado ($\frac{kw-h}{kg.producto}$, $\frac{kgs. mat.prima}{kg.producto}$, $\frac{kgs. catalizador}{kg. producto}$, etc.).

El costo directo de producción para cada año se obtiene aplicando la -- siguiente sumatoria:

$$cdp_j = \sum_{k=1}^{k=n} (cu_k \times rz_k \times vva_j) \quad n = \text{No. de componentes del } cdp_j.$$

Cuando no se dispone de la información anterior, puede obtenerse un estimado de los factores de servicio $fesc_j$ si es consistente suponer que la capacidad de la planta es igual o muy semejante al volumen de ventas ($cap_j = vva_j$).

La fig. 21 denota el diagrama de bloques para esta subrutina.

SUBROUTINA CODIP

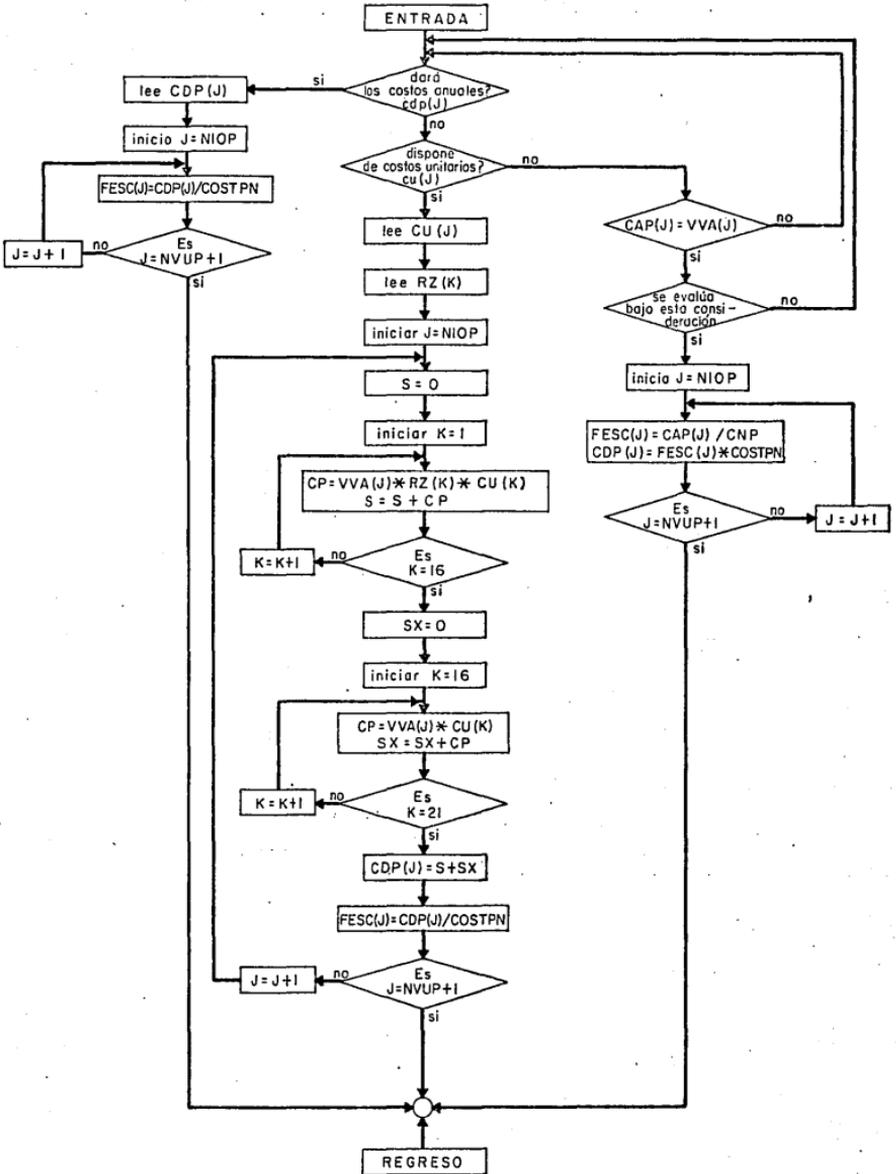


Fig. 21 diagrama de bloques de la subrutina CODIP

Subrutina GASFIN

Se solicita el monto del capital propio (rpe) así como las condiciones en que será obtenido el préstamo (período de amortización, período de gracia, tasa de interés del préstamo).

El monto del financiamiento externo (deuda) será la diferencia entre la inversión fija total (cit) y el capital propio (rpe).

$$\text{deuda} = \text{cit} - \text{rpe}$$

Los gastos financieros (gf_j) únicamente incluyen los intereses generados por la deuda, esto es, la evaluación se hace en base a recursos propios - donde la porción de capital solicitado en préstamo ya está incluida en la erogación de la inversión en los primeros períodos del proyecto (período de inversión). De esta manera, si los gastos financieros incluyeran los intereses y el capital se estaría cayendo en el error de considerar dos veces la erogación del capital pedido en préstamo.

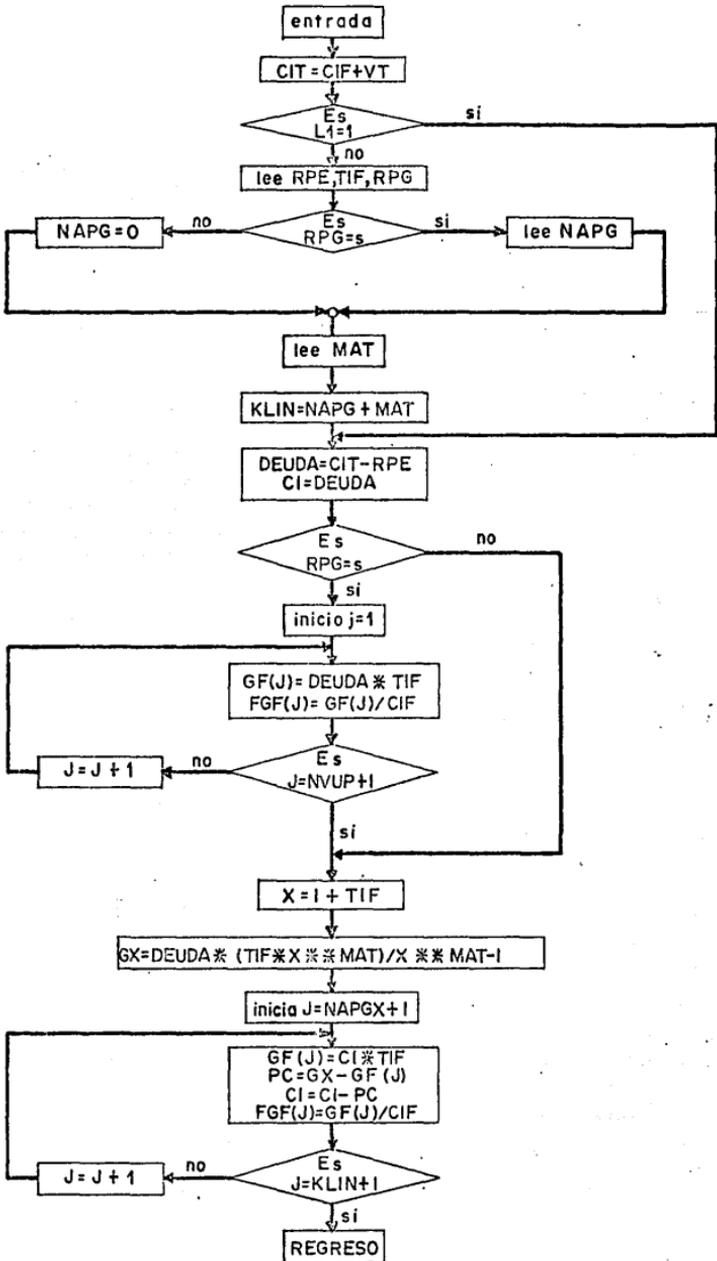
Los gastos financieros o intereses del préstamo se calculan suponiendo que el préstamo se paga en anualidades constantes que incluyen una parte de capital y una de intereses. En el diagrama de bloques de esta subrutina (fig. 22) se describe el algoritmo para el cálculo de estos intereses.

Conocidos los gastos financieros se calculan los factores fgf_j de la siguiente forma:

$$fgf_j = \frac{gf_j}{cif}$$

Cuando se analiza la sensibilidad del proyecto a la inversión fija, el capital propio rpe permanece constante y lo que varía es el monto del financiamiento externo (deuda).

SUBROUTINA GASFIN



Subrutina FACTOR

En esta subrutina se determinan los factores de capitalización continua necesarios en la aplicación del modelo establecido.

Se parte de la tasa de valor de capital (tvc) ya proporcionada, la cual, siendo una tasa efectiva (i) se transforma en primer lugar a una tasa nominal (r). Para esto se aplica la ec. 9 del capítulo 1.

$$r = \ln (1 + i)$$

Esta transformación se lleva a cabo en el programa principal.

Posteriormente, ya en la subrutina, se aplican las ecs. para el cálculo de los factores siguientes:

$$fy_j = \frac{1}{e^{rj}} \quad \text{factor para descontar flujos discretos.}$$

$$fccaj = \left(\frac{e^r - 1}{r} \right) \frac{1}{e^{rj}} \quad \text{factor para descontar flujos continuos uniformes.}$$

j = año de referencia en el proyecto.

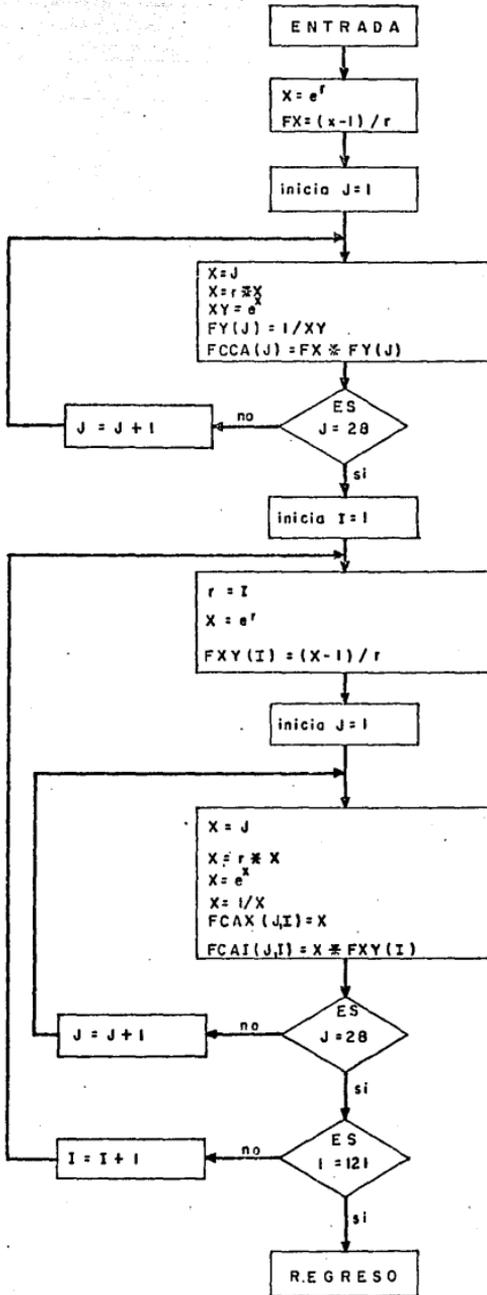
El cálculo de la tasa interna de rendimiento nominal en la subrutina -- INDEV requiere el cálculo del vpn a distintas tasas para poder interpolar. Por esto, se calculan los factores anteriores a distintas tasas y se guardan en memoria en arreglos matriciales.

$$fca(j,i) = \frac{1}{e^{rj}} \quad j = \text{año de referencia en el proyecto (de 1 a 27)}$$

$$fcai(j,i) = \frac{(e^r - 1)}{r} \frac{1}{e^{rj}} \quad i = \text{tasa de descuento efectiva (1 a 120 \%)}.$$

En la fig. 23 se muestra el diagrama de bloques de la presente subrutina.

SUBROUTINA FACTOR



Subrutina INDEV.

Esta subrutina realiza el análisis económico del proyecto.

Primeramente efectúa el cálculo de los componentes del flujo de efectivo. Determina así los elementos del estado financiero del proyecto que posteriormente se imprimen mediante la subrutina EDOFIN.

Calcula los flujos de efectivo (FE_J , FEA_J , FED_J , $FEDA_J$,) del proyecto por cada período económico.

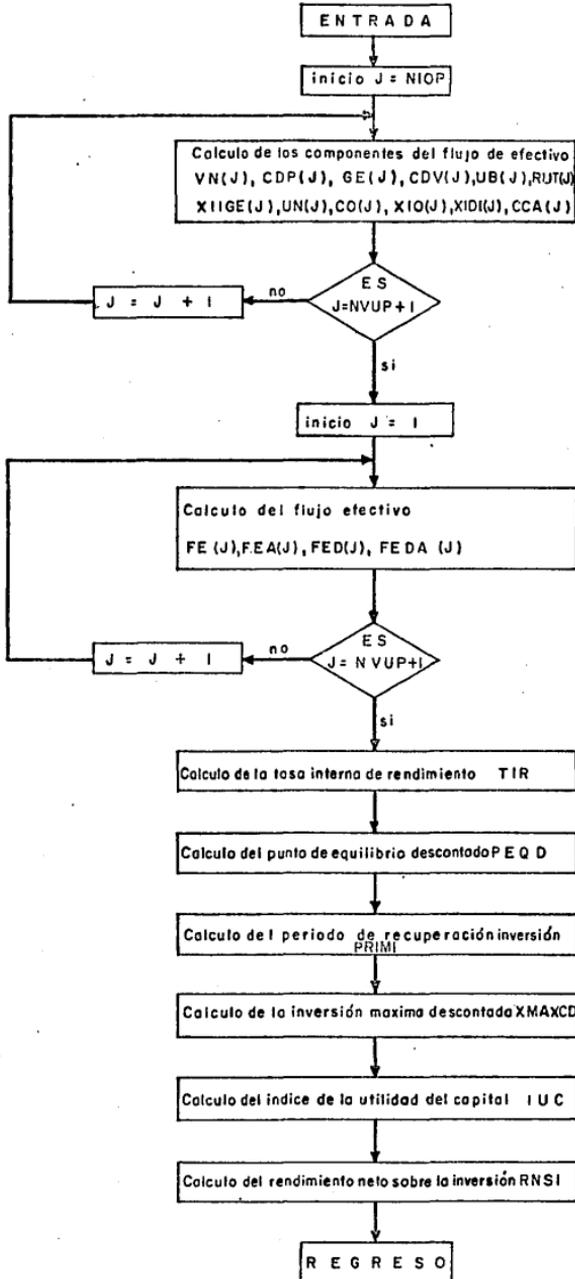
Los componentes del flujo de efectivo, ya calculados en esta etapa, se imprimirán con el concurso de la subrutina EFLUEF.

Posteriormente se calculan los indicadores económicos tales como TIR, PEQD, PRIMI, XMAXCD, IUC, RNSI. Estos indicadores se imprimirán con la subrutina RECN.

Es conveniente aclarar que la impresión de los resultados generados en esta subrutina se llevan a cabo después de ejecutada toda la subrutina, tal como se describió en incisos anteriores.

Un diagrama de bloques simplificado de esta subrutina se encuentra en la fig. 25.

SUBROUTINA INDEV



Subrutina ESTAD.

En esta subrutina se calculan los parámetros establecidos-- en el modelo de riesgos dados en el capítulo 2.

Para el suministro de los pronósticos de las variables independientes (pv, vvn, costpn, gen, cif.) se presentan dos opciones; - proporcionar un mínimo de cinco valores por cada variable o bien dar los estimados máximo o mínimo de cada una de ellas.

La subrutina calcula las varianzas de cada variable y las - utiliza en el cálculo de varianza de las ventas.

Se calculan las derivadas parciales que se requieren para - el cálculo de la varianza y desviación estándar del vpn.

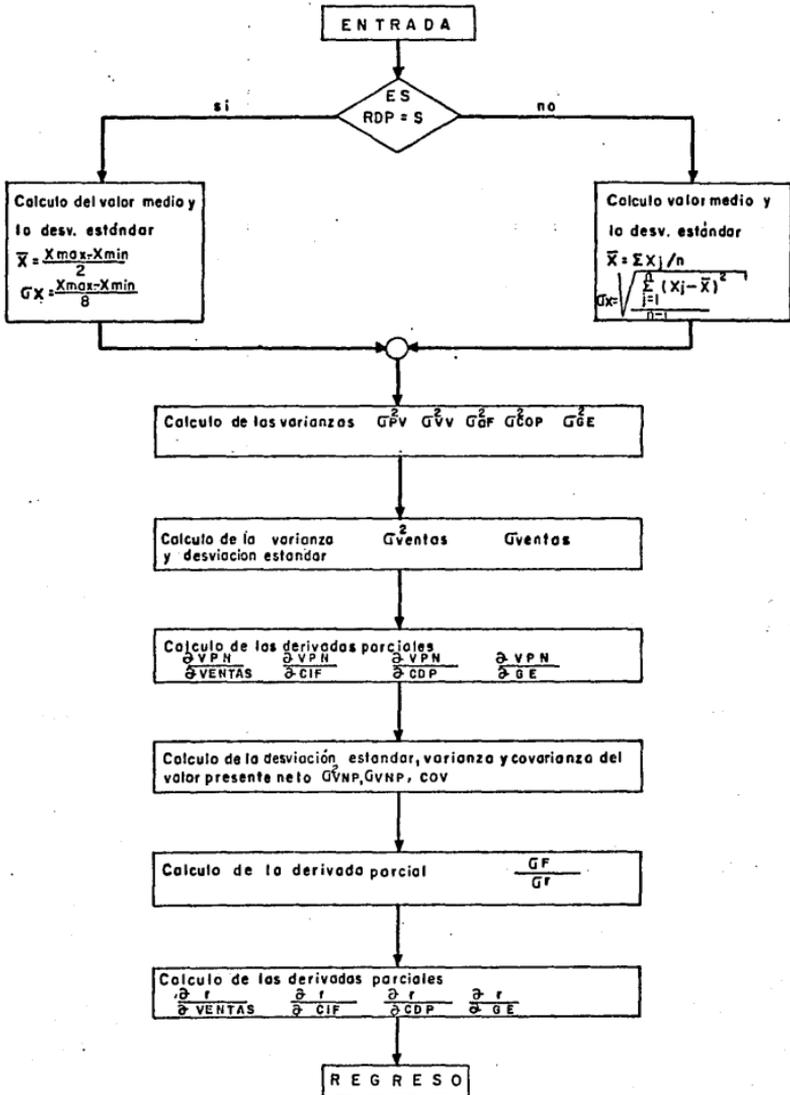
Se calculan las derivadas parciales necesarias para el cál- culo de la varianza y la desviación estándar de la tir.

La información generada por ésta subrutina (σ^2_{vpn} , σ_{vpn} , -- σ^2_{tir} , σ_{tir}) se utiliza en la subrutina PROBX para el cálculo de la probabilidad acumulada de ambas funciones.

Esta última subrutina también calcula la covarianza de -- ambas variables e imprime todos los resultados del análisis de - riesgos.

El diagrama de flujo correspondiente a la subrutina ESTAD - se muestra en la fig. 26.

SUBROUTINA ESTAD



Subrutina DEPREC.

Esta subrutina calcula los cargos por depreciación de la planta.

Se presentan las alternativas de suministrar estos cargos anuales cuando son calculados externamente al programa o bien, la subrutina los calcula aplicando el método de la línea recta mediante la siguiente ecuación:

$$\text{dep}_j = \frac{(1)}{(\text{adx})} (1 - \text{vr}/\text{cif})$$

adx = período de depreciación (años)
vr = valor de rescate
cif = inversión fija

Conocidos los cargos por depreciación (dep_j), se calculan los factores fdep_j los cuales están referidos a la inversión fija de la siguiente manera:

$$\text{fdep}_j = \frac{\text{dep}_j}{\text{cif}}$$

El cálculo de fdep_j tiene por objeto guardarlos en memoria y utilizarlos en subsecuentes corridas cuando un análisis de sensibilidad a la inversión fija sea requerido. Cuando el método de la línea recta es aplicado, la subrutina puede calcular nuevamente dep_j y fdep_j con el nuevo valor de cif.

Sin embargo, cuando los cargos por depreciación (dep_j) son suministrados, al reiniciarse la ejecución de la subrutina en el análisis de sensibilidad, los nuevos cargos correspondientes a la nueva inversión no son introducidos interactivamente al programa, sino que son calculados mediante la aplicación de los factores fdep_j guardados en memoria mediante la siguiente ecuación:

$$\text{dep}_j = \text{cif} \times \text{fdep}_j$$

SUBROUTINA DEPREC

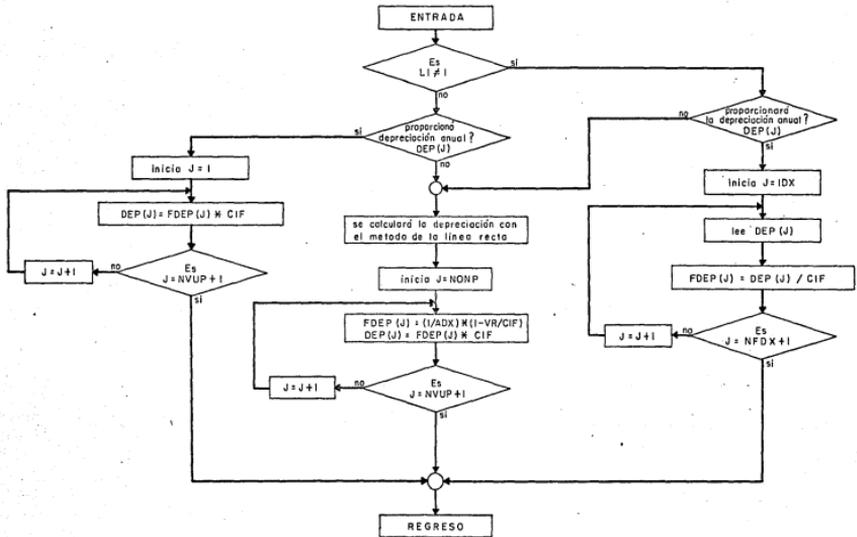


Fig.24 diagrama de bloques de la subrutina DEPREC

para esto se asume que los cargos dep_j varían proporcionalmente con la inversión fija.

El diagrama de bloques de esta subrutina se encuentra en la fig. 24.

Subrutina ESINV.

Se solicita el estimado de la inversión fija de la planta (cif) a pesos del año cero así como su respectivo programa de inversiones.

En este programa de inversiones se distribuye el total de la inversión-fija en erogaciones parciales correspondientes a cada año en el período de -- inversión. Así mismo, la inversión en cada año se solicitará como un por ciento sobre la inversión fija dada. Cada flujo de inversión (dado a año cero) - se llevará a valor futuro mediante una capitalización.

La inversión fija anual ya capitalizada ($cifa_j$) se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$cifa_j = (cif \times fisp_j) e^{rj} \quad \text{donde } fisp_j = \begin{array}{l} \text{por ciento del total de la --} \\ \text{inversión erogada en el año-} \\ \text{j.} \end{array}$$

conociendo $cifa_j$ se calculan los factores $fifa_j$

$$fifa_j = \frac{cifa_j}{cif}$$

Las inversiones adicionales (cia_j) son distintas a la inversión fija. - Su erogación se lleva a cabo después de construida la planta y cuando se contemplan ampliaciones de la misma.

Estas inversiones serán estimadas con pesos del año en que se efectúe-- la inversión.

Subrutina CAPTR.

El capital de trabajo total (ctt) debe proporcionarse con pesos del año cero y mediante un programa de erogaciones se distribuye en los primeros años de producción. Esta distribución se solicita en por ciento sobre el capital de trabajo total dado.

Los flujos anuales (cta_j), referidos al año cero, se llevan a valor futuro mediante un proceso de capitalización de la siguiente manera.

$$cta_j = ctt \times fsp_j \times e^{rj} \quad fsp_j = \text{por ciento del capital de trabajo total erogado en el año } j.$$

Este capital de trabajo total se recupera al final de la vida útil de la planta.

Para efectos de análisis de sensibilidad, este capital de trabajo se -- considera constante.

Subrutina GAEST.

Los gastos de estructura o administrativos (ge_j) pueden proporcionarse directamente por cada año de operación de la planta.

$$fesg_j = \frac{ge_j}{gen}$$

Si no se dispone del gasto de estructura en cada año, se asume que este rubro es constante en todos los años e igual al gasto de estructura a op. normal (gen) dado ya en los datos generales del proyecto. Una excepción se verifica en el primer año de operación, donde para cálculo de ge_j se consideran los meses de operación en este año inicial.

C A P I T U L O IV

EVALUACION ECONOMICA DE UNA PLANTA DE CUMENO

La aplicación del modelo desarrollado se lleva a cabo mediante la evaluación económica de un proyecto que contempla la instalación de una planta para la producción de cumeno.

El ejemplo utilizado es hipotético y su único fin es facilitar la comprensión de la metodología del análisis económico y el análisis de riesgos mediante la utilización del programa de computación previamente establecido.

4.1 ANTECEDENTES

4.1.1 Estudio del mercado.

El cumeno o isopropilbenceno ($C_6H_5CH(CH_3)_2$) es un petroquímico básico que se utiliza principalmente como materia prima para la producción de fenol, acetona, resinas, solventes y productos químicos farmacéuticos entre otros.

El consumo promedio para el año de 1982 fue de 38 607 toneladas/año (valor estimado) con una tasa histórica de crecimiento del 10 % anual.

Dado que se prevé un crecimiento sustancial de la producción de fenol y acetona, es previsible que a un futuro próximo se requerirán volúmenes cada vez mayores de cumeno.

La proyección de la demanda pronostica que para 1986 se tendrá un consumo de 58 083 toneladas, considerando la tasa de crecimiento mencionada del 10 % anual, mientras que la producción estimada para ese mismo año será de 40 000 toneladas arrojando un déficit total de 18 083 toneladas. Este déficit

se incrementará a medida que pase el tiempo (ver gráfica 1), dando por resultado que para el año de 1992 se tenga un déficit de 57 000 toneladas/año de cumeno.

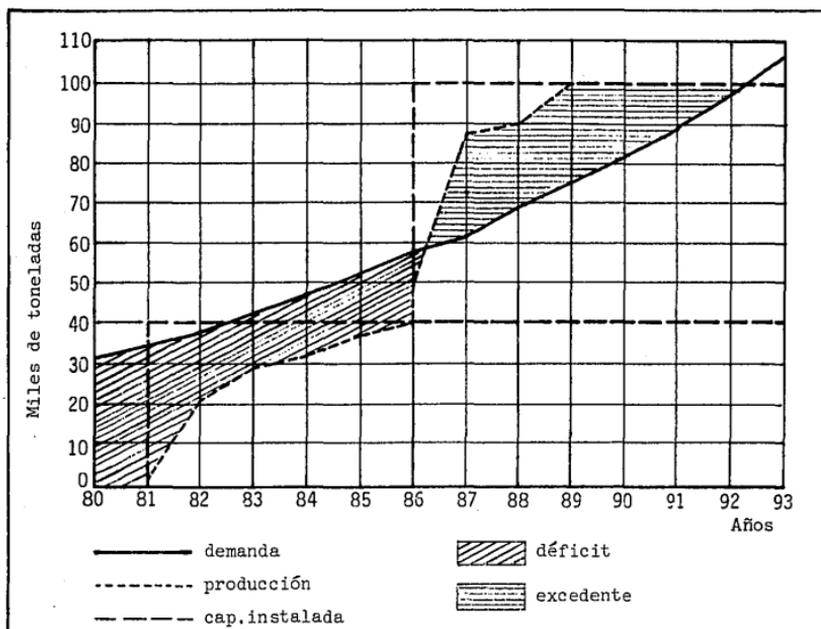
En base a lo anterior se ha justificado la instalación de una planta de cumeno con una capacidad de diseño de 60 000 toneladas/año la cual deberá -- iniciar producción para el año de 1986.

Se estima que la planta operará con el siguiente programa de producción.

AÑO	AÑO DEL PROYECTO	PRODUCCION (TONS/AÑO)
1986	4	10 000
1987	5	48 000
1988	6	54 000
1989	7	60 000
-	-	-
-	-	-
1996	14	60 000

Esta nueva instalación permitirá satisfacer la demanda remanente y adicionalmente se dispondrá de excedentes para la exportación durante los primeros 6 años de producción.

A partir del sexto año de operación, la totalidad de la producción será vendida en el mercado nacional (gráfica 1).



Gráfica 1.- Proyección de la demanda y la producción de cumeno en México (1980-1993).

El único proceso comercial conocido hasta ahora para la elaboración del cumeno es por la alquilación de benceno con propileno usando ácido fosfórico como catalizador.

La figura 27 es el diagrama de flujo correspondiente a este proceso y su descripción se proporciona en el siguiente inciso.

PLANTA DE CUMENO
CAPACIDAD 60 000 T/A

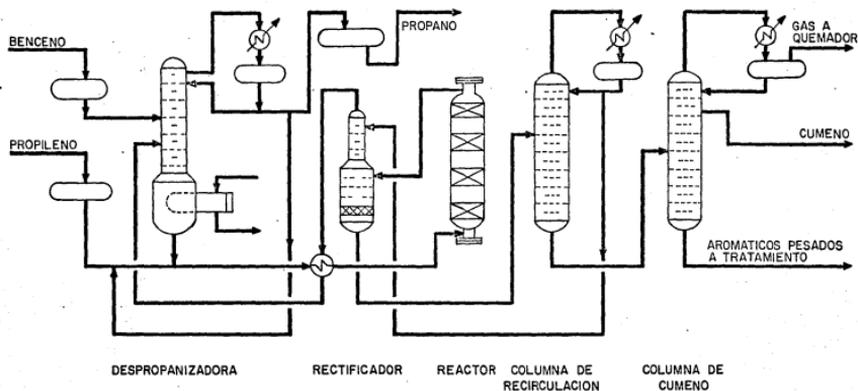


Fig. 27 Diagrama de flujo del proceso para la obtención del Cumeno.

4.1.2 Descripción del proceso.

Se alimenta benceno junto con vapores del rectificador a una columna --despropanizadora donde se destila y elimina el propano de la corriente. Los fondos de esta columna, compuestos principalmente por benceno y cumeno, se envían junto con propileno al reactor.

Ahí, mediante una reacción de alquilación se produce el cumeno por efecto de altas temperaturas y la acción del ácido fosfórico que actúa como catalizador.

Los productos de la reacción pasan del reactor al rectificador para separar el propano por el domo, que se recircula a la despropanizadora y los fondos que fluyen a la columna de recirculación con objeto de destilar por el domo la mezcla de propano y benceno que no ha reaccionado. El cumeno mas los aromáticos pesados salen por el fondo y se alimentan a la columna de cumeno- en la cual se separan hidrocarburos ligeros por el domo los cuales se envían al quemador. Por el fondo se obtienen aromáticos pesados que se envían a tratamiento y finalmente mediante una extracción lateral se obtiene el cumeno -- producto que se envía a almacenamiento.

4.2 BASES PARA LA EVALUACION ECONOMICA

El estudio del mercado y la evaluación técnica del proceso proporcionan los elementos de juicio para establecer las bases de evaluación económica. En ésta fase ya es posible estimar los principales parámetros para efectuar el análisis económico. Así, se establecen valores para analizar un caso base y se detectan posibles cambios en los valores estimados para plantear el análisis de sensibilidad.

4.2.1 Suposiciones básicas de evaluación.

- La evaluación se hará en base a pesos constantes. (en el apéndice A se discuten las razones que validan esta suposición).
- El horizonte económico de evaluación será de 14 años con 3 años como período de construcción y arranque y 11 años de vida útil.
- La capacidad de operación a régimen normal será del 100 % la cap. de diseño (60,000 tons/año).
- Se considera que la planta inicia producción al 4o. año del proyecto. En ese primer año de operación, la planta trabajará 2 meses
- La tasa de rendimiento mínimo aceptable (TVC) es de 30% anual.
- La tasa del costo de capital (TCC) es de 11% anual.
- En el caso de déficit de recursos propios, se obtendrá el faltante mediante financiamiento externo.
- No se contemplan inversiones adicionales a lo largo de la vida útil de la planta.
- La depreciación será lineal considerando 10 años como período de depreciación.
- El valor de rescate de la planta al término de su vida útil se considera como de un 10% la inversión fija inicial estimada para el caso base.
- El valor del terreno es igual a cero.
- En el proceso no se generan subproductos susceptibles de ser vendidos.
- Se estima que la totalidad de la producción será vendida, tanto en el extranjero como en el mercado nacional, a un solo precio de venta.
- No se contemplan ingresos adicionales por otros conceptos distintos a las ventas ni se estima que habrán devoluciones.

4.3 ESTIMADOS DE INVERSION, DE INGRESOS Y EGRESOS

4.3.1 Estimado de la inversión fija.

El monto de la inversión fija se estima en 490'000,000 de pesos al año -cero del proyecto. Esta inversión se distribuye de la siguiente manera:

Programa de Inversiones					
Año	1	2	3	4	5
% de la Inver sión fija ero gada.	42	30	20	8	-

Es conveniente aclarar que si bien el estimado para la inversión fija es ta referida al año cero del proyecto, en el programa de inversiones no puede -soslazarse el valor-tiempo del dinero. Esto significa entonces que en el año 3 por ejemplo, en realidad no se gastará el 20% de 490'000,000 de pesos sino una cantidad mayor equivalente en el tiempo generada en el proceso de capitaliza--ción que se ha verificado para esa cantidad en ese lapso de tiempo. En otras -palabras, si se cuenta con 490'000,000 de pesos en el año cero y debe invertir se el 20% de esa cantidad dentro de 3 años, es obvio que ese dinero tiene un -costo de oportunidad y por ende es capaz de generar más dinero en el futuro.

Este hecho ya está considerado en el modelo establecido.

4.3.2 Gastos financieros.

Como capital propio se dispone de 434'400,000 de pesos al año cero, que representa el 88.6% del total de la inversión fija. Por tanto es indispensable obtener el 11.4% restante mediante financiamiento externo. Se considera que el crédito tiene las siguientes características:

Tasa de interés 11% anual sobre saldos insolutos.

Período de gracia 2 años

Período de amortización 10 años.

Los gastos financieros solo incluyen los intereses generados por la deuda.

4.3.3 Estimado de ingresos.

Precio de venta 40,610 pesos/tonelada.

Volúmen de venta anual.

En vista de la demanda tanto nacional como internacional de este producto, se supone que se puede vender al precio citado tantas unidades como la planta produzca.

Programa de Ventas

Año	1	2	3	4	5	6	7
Volúmen de Ventas	-	-	-	10,000	48,000	54,000	60,000
Venta bruta (Millones - de Pesos).	-	-	-	406.1	1949.28	2192.94	2436.6
Ventas Netas (Millones - de Pesos).	-	-	-	406.1	1949.28	2192.94	2436.6

A partir del 7o. año los ingresos son constantes, puesto que en ese año la planta alcanza su capacidad de operación normal.

Dado que no habrán ingresos adicionales ni devoluciones, las ventas -- brutas (VBA) son iguales a las ventas netas (VN) en cada año de operación.

4.3.4 Estimado de egresos

Costo directo de producción.

Se estima que el costo directo de producción a operación normal --- (COSTPN) de la planta será de 1 282 770 000 pesos/año.

Dado que se asume que la capacidad de la planta es igual al volúmen de ventas, se puede suponer consistentemente que el costo directo de producción varía en forma directamente proporcional a la capacidad de la planta de un año a otro. De esta forma puede obtenerse un estimado del cdp para los primeros años de producción cuando la planta aún no ha llegado al 100% de su capacidad.

Capital de trabajo

El capital de trabajo total (CTT) estimado es de 53'000,000 de pesos del año cero distribuidos de la siguiente forma:

A ñ o	1	2	3	4	5	6
% de capital de trabajo - invertido	-	-	-	11	66	23

En este caso, también es aplicable la observación hecha en lo que respecta a la inversión fija.

Gasto de estructura.

El gasto de estructura anual (GEN) estimado es de 6'300,000 pesos/año a excepción del primer año de producción.

4.4 DATOS PARA ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se ha mencionado que el análisis de sensibilidad es útil para cuantificar la variación de la rentabilidad del proyecto a posibles cambios en los estimados.

Las razones para establecer los nuevos valores están relacionados al -- contorno económico donde se desenvolverá el proyecto. Así, en nuestra evaluación se sigue el criterio de que si el caso base resulta rentable, entonces - el análisis de sensibilidad se enfocará a detectar los parámetros que impac-- tan más negativamente al proyecto cuando son estimados con criterio más con-- servador.

En nuestro ejemplo hemos considerado el análisis de las siguientes va-- rriaciones:

- reducción en el precio de venta
- reducción en el volúmen de venta
- aumento en el costo directo de producción
- aumento del gasto de estructura
- aumento de la inversión fija
- cambios simultáneos de los parámetros anteriores considerando estimados conservadores.

Los valores correspondientes se dan en la siguiente tabla.

Tabla 2.- Datos para el análisis de sensibilidad.

Parámetro	Caso base	PV	VVN	COSTPN	GEN	CIF	Cambio Simultáneo
Precio de Venta	40,610	26,700					39,500
Volúmen de venta.	60,000		50,000				60,000
Costo Directo de producción	1,282770000			1385000000			1,400,000,000
Gasto de estructura	6,300,000				8,000,000		8,000,000
Inversión fija.	490000000					545000000	520000000

4.5 DATOS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS

Con objeto de cuantificar el riesgo en la inversión se aplicó el método delphi para obtener pronósticos de cada una de las siguientes variables; precio de venta, volumen de venta, costo directo de producción, gasto de estructura e inversión fija.

Los valores para cada variable considerada fueron obtenidos mediante el concurso de un grupo de expertos relacionados con cada concepto a evaluar.

Después de recolectar, procesar y analizar los datos proporcionados por los estimadores, se obtuvieron los límites máximo y mínimo de cada parámetro y se postuló que en el intervalo comprendido entre ellos se dará el valor de la variable analizada.

Los límites obtenidos se dan en la siguiente tabla:

Tabla 3.- Datos para el análisis de riesgos.

PARAMETRO	MAXIMO	MINIMO
Precio de venta (pesos/tonelada)	64 820	25 560
Volúmen de venta (toneladas/año)	60 000	48 000
Costo directo de producción (pesos/año)	1 580 000 000	985 000 000
Gasto de estructura (pesos/año)	8 100 000	4 800 000
Inversión fija (pesos)	592 128 000	411 000 000

4.6 CORRIDA DEL PROGRAMA DE COMPUTADORA

Determinados ya los recursos involucrados en el proyecto se procede a efectuar una corrida de computadora con objeto de aplicar el programa desarrollado. La entrada de datos se realizó mediante el proceso interactivo o conversacional.

4.6.1 Listados de resultados.

A continuación se presentan los listados correspondientes a esta corrida. Para su mejor identificación están ordenados en la siguiente forma:

- a) Hojas de entrada de datos
- b) Hojas de resultados del caso base que contienen:
 - datos generales del proyecto
 - estados financieros
 - flujo de efectivo
 - análisis de riesgos
- c) Hojas de resultados del análisis de sensibilidad.

PARA EFECTUAR LA EVALUACION SE LE SOLICITARA INFORMACION SOBRE VENTAS, COSTOS, INVERSION, CAPITAL DE TRABAJO, GASTOS ADMINISTRATIVOS Y OTROS

ESTA LISTO PARA PROPORCIONAR ESOS DATOS?
EN LUGAR 1 =1042059, LUGAR USED 122200851

EL PRESENTE PROGRAMA CALCULA LOS PRINCIPALES INDICES DE EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS DE INVERSION, SE DETERMINA LO SIGUIENTE:

EVALUACION DE UNO O MAS PROYECTOS DE INVERSION CONSIDERANDO DATOS BASE (CASO BASE)

ANALISIS DE LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS SIGUIENTES PARAMETROS

PRECIO DE VENTA
VOLUMEN ANUAL DE VENTAS
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
GASTOS DE ESTRUCTURA (ADMINISTRATIVOS)
INVERSION FIJA
COMBINACION DE DOS O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES

EFFECTUA UN ANALISIS DE RIESGOS PARA CADA ALTERNATIVA

PROPORCIONE LOS DATOS CONFORME SE LE SOLICITEN
DONDE SE FORMULEN PREGUNTAS QUE IMPLICAN DECISION LAS OPCIONES SON SI O NO

DATOS GENERALES DEL PROYECTO

CLAVE DEL PROYECTO =EJEMPLO DE TESTIS
NOMBRE DE LA PLANTA =CASO HIPOTETICO
PRODUCTO =CUMENHO
SE VENDERAN SUBPRODUCTOS? =NO
PROPORCIONE EL PRECIO DE VENTA (PESOS/UNIDAD) DEL PRODUCTO =40610
HORIZONTE ECONOMICO DE EVALUACION (MAX 27 ANOS) =14
AÑO DE INICIO DE PRODUCCION CON RESPECTO AL HORIZONTE ECONOMICO DE EVALUACION =4
MESES DE OPERACION EN EL PRIMER AÑO DE PRODUCCION (DE 12 MESES) =2
CAPACIDAD DE DISEÑO DE LA PLANTA (UNIDADES/AÑO) =60000
INDIQUE EN QUE UNIDADES DIO LA CAPACIDAD ANTERIOR (TON, KGS, LITROS, M3, ETC) =TONS
ES POSIBLE QUE AL INICIO DE OPERACIONES LA PLANTA NO TRABAJE A TODA SU CAPACIDAD SIN ENBARRO, A LO LARGO DE SU VIDA UTIL LLEGARA A UN NIVEL DE OPERACION NORMAL (EL CUAL NO NECESARIAMENTE ES IGUAL A LA CAPACIDAD DE DISEÑO)
PROPORCIONE ESTA CAPACIDAD A OPERACION NORMAL (UNIDADES/AÑO) =60000

PROPORCIONE LA CAPACIDAD DE OPERACION DE LA PLANTA POR CADA AÑO DE PRODUCCION (REPITA EL DATO DADO ANTES EN LOS AÑOS CORRESPONDIENTES)
CUANDO LOS DATOS SEAN REPETITIVOS HASTA EL ULTIMO AÑO, SE PODRA UTILIZAR EL CARACTER 1 EN EL AÑO SIGUIENTE AL AÑO BASE

CAP(4)=10000
CAP(5)=40000
CAP(6)=54000
CAP(7)=60000
CAP(8)=1
DESEA SE REPITA LA ENTRADA DE LOS DATOS SOLICITADOS ANTES? =NO

VALOR DEL TERRENO (PESOS) =0
VALOR DE RESCATE DE LA PLANTA (PESOS) =49000000
TASA DE VALOR DE CAPITAL EFECTIVA DE LA EMPRESA (%) =30

NOTA IMPORTANTE: LOS TRES DATOS QUE A CONTINUACION SE LE SOLICITAN CORRESPONDEN A LA CAPACIDAD DE OPERACION NORMAL DE LA PLANTA

VOLUMEN DE VENTA ANUAL (UNIDADES/AÑO) A OP. NORMAL (SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS, ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL) =60000

COSTO DIRECTO DE PRODUCCION ANUAL (PESOS) =1282770000

GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) =6300000
DESEA SE REPITA LA ENTRADA DE LOS DATOS SOLICITADOS ANTES? =NO

DATOS DE INVERSION

LA INVERSION FIJA NO INCLUYE EL CAPITAL DE TRABAJO NI EL VALOR DEL TERRENO
 PROPORCIONE EL ESTIMADO DE LA INVERSION FIJA AL CERO CERRO DEL PROYECTO #490000000

SE SUPONE QUE LA INVERSION FIJA SE GASTARA EN LOS PRIMEROS AÑOS DEL PROYECTO
 INDIQUE HASTA QUE AÑO HABRA INVERSION FIJA (MAX. HASTA EL AÑO 10 DEL PROYECTO) #4

DISTRIBUYA LA INVERSION FIJA EN FORMA ANUAL,
 ASIGNELA COMO UN 1 DE ESA INVERSION FIJA
 ASIGNE CERO EN LOS AÑOS DONDE NO EXISTA ESTA ERGACION

FISP(1)=42
 FISP(2)=40
 FISP(3)=30
 FISP(4)=0

DESEA REPETIR LA ENTRADA DE DATOS DE INVERSION #N

HABRAN INVERSIONES ADICIONALES A LO LARGO DE LA VIDA UTIL DEL PROYECTO
 DESPUES DEL PERIODO DE LA INVERSION FIJA? #N

INDIQUE EL PERIODO (AÑOS) DE DEPRECIACION DE LA INVERSION FIJA #10
 DESEA PROPORCIONAR EL MONTO DE LA DEPRECIACION ANUAL? #N

LA DEPRECIACION SE CALCULARA UTILIZANDO EL METODO DE LA LINEA RECTA
 SE CONSIDERARAN GASTOS FINANCIEROS? #SI

DATOS DE GASTOS FINANCIEROS

DADO QUE LA EVALUACION SE HARA EN BASE AL TOTAL DE LA INVERSION
 LOS GASTOS FINANCIEROS INCLUIRAN UNICAMENTE LOS INTERESES GENERADOS POR EL PRESTAMO

LA INVERSION TOTAL REQUERIDA INCLUYE LA INVERSION FIJA Y EL VALOR DEL TERRENO
 SE CONSIDERA QUE LA EMPRESA DISPONE DE UN CAPITAL PROPIO QUE
 PERMANECERA CONSTANTE A LO LARGO DE LA EVALUACION
 EL FALTANTE SE ALLEGARA MEDIANTE FINANCIAMIENTO EXTERNO, EL CUAL VARIARA CON EL
 ESTIMADO DE LA INVERSION TOTAL

PROPORCIONE EL MONTO DEL CAPITAL PROPIO DE LA EMPRESA AL AÑO CERO DEL PROYECTO #34400000

TASA DE INTERES EN PORCIENTO DEL FINANCIAMIENTO #11

HAY PERIODO DE GRACIA? #SI

NUMERO DE AÑOS DE GRACIA #2

PERIODO DE AMORTIZACION (AÑOS) #10

DESEA REPETIR LA ENTRADA DE DATOS DEL FINANCIAMIENTO? #N

DATOS DE VENTAS

PROPORCIONE EL VOLUMEN DE VENTAS (UNIDADES) POR CADA AÑO DE OPERACION
 SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL
 CUANDO LOS DATOS SE REPITAN HASTA EL ULTIMO AÑO, SE PODRA UTILIZAR
 EL CARACTER 1 EN EL AÑO SIGUIENTE AL AÑO BASE

VVA(4)=10000
 VVA(5)=40000
 VVA(6)=54000
 VVA(7)=40000
 VVA(8)=1

ESTIMAR LAS DEDUCCIONES, BENEFICACIONES, INCORPORACIONES Y OTROS DEDUCIBLES DE LO
 VENDIDO (ESTIMELO COMO UN 1 SOBRE VENTA BRUTA ANUAL, SI NO HAY ASIGNE CERO) #0

SI CONSIDERA QUE HABRAN INGRESOS ADICIONALES ESTIMELOS COMO UN 1 SOBRE VENTA
 BRUTA ANUAL, SI NO HABRA ASIGNE CERO
 DESEA REPETIR LA ENTRADA DE LOS DATOS DE VENTAS? #N

DATOS DE COSTOS DE PRODUCCION

DESEA PROPORCIONAR LOS COSTOS DIRECTOS DE PRODUCCION PARA CADA
 AÑO DE OPERACION DE LA PLANTA? #N

TIPO DE DATOS SOBRE LOS COSTOS UNITARIOS DE CADA COMPONENTE DEL COSTO DIRECTO
 DE PRODUCCION (PESOS/UNIDAD DE MAT. PRIMA O SERV. AUXILIARES)? #N

SE PUEDE CONSIDERAR QUE LA CAPACIDAD DE LA PLANTA (EN UNIDADES PRODUCCION)
 EN CADA AÑO DE OPERACION ES IGUAL O MUY CERCA AL
 AL VOLUMEN DE VENTAS EN ESE MISMO AÑO? #SI

CON LOS DATOS HASTA AHORA PROPORCIONADOS NO ES POSIBLE DETERMINAR LOS COSTOS
 UNITARIOS DE PRODUCCION, PERO PUEDE OBTENVERSE UN ESTIMADO DE ELLOS
 SI CONTINUA CON LA EVALUACION EN BASE A ESTO: ESTIMADO? #SI

DESEA REPETIR LA ENTRADA DE LOS DATOS DE COSTOS? #N

DATOS DE GASTOS ESTRUCTURA

DESEA PROPORCIONAR LOS GASTOS DE ESTRUCTURA PARA CADA AÑO DE OPERACION? =NO

EL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL SEPA EL PROPORCIONADO CON ANTERIORIDAD
A EXCEPCION DEL CORRESPONDIENTE AL PRIMER AÑO DE OPERACION

DATOS DE CAPITAL DE TRABAJO

PROPORCIONE EL CAPITAL DE TRABAJO TOTAL AL AÑO CERO DEL PROYECTO =53000000

ES PREVISIBLE QUE EL CAPITAL DE TRABAJO NO SE INVIERTA EN SU TOTALIDAD EN UN SOLO
AÑO SINO QUE SE VAYA INCREMENTANDO CONFORME AUMENTA LA CAPACIDAD DE LA PLANTA
INDICAR HASTA QUE AÑO DE LA VIDA DEL PROYECTO HABRA ERIGACIONES POR CONCEPTO DE
CAPITAL DE TRABAJO (MAX. HASTA EL AÑO 10 DEL PROYECTO) =6

DISTRIBUYA EL CAPITAL DE TRABAJO EN FORMA ANUAL
ASIGNADO COMO UN 1 DEL CAPITAL DE TRABAJO TOTAL
ASIGNE CERO EN LOS AÑOS DONDE NO EXISTA ESTA ERIGACION

FSP(1)=0

FSP(2)=0

FSP(3)=0

FSP(4)=11

FSP(5)=46

FSP(6)=23

DESEA REPETIR LOS DATOS DE CAPITAL DE TRABAJO? =NO

NOTA IMPORTANTE

LOS DATOS DE PRECIO DE VENTA, VOLUMEN DE VENTAS, COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
GASTOS DE ESTRUCTURA E INVERSION FIJA PARA EFECTUAR EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD
Y EL ANALISIS DE RIESGOS DEBEN SER LOS CORRESPONDIENTES A LA CAPACIDAD DE
OPERACION NORMAL DE LA PLANTA

DESEA SE EFECTUE UN ANALISIS DE RIESGOS? =SI

DATOS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS

PROPORCIONE LOS VALORES ESTIMADOS (A DP. NORMAL) DE LOS SIGUIENTES PARAMETROS

PRECIO DE VENTA
VOLUMEN DE VENTAS
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
GASTOS DE ESTRUCTURA
INVERSION FIJA

LAS OPCIONES PARA PROPORCIONAR ESTOS VALORES SON LAS SIGUIENTES

DOS VALORES DE CADA PARAMETRO, UNO MAXIMO Y UNO MINIMO
UN MINIMO DE CINCO VALORES DE CADA PARAMETRO

PROPORCIONARA DOS VALORES DE CADA PARAMETRO? =SI

PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DE LA INVERSION FIJA (PESOS) =592128000

PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DE LA INVERSION FIJA =411000000

PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL PRECIO DE VENTA (PESOS/UNIDAD)
SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL =64870

PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL PRECIO DE VENTA (PESOS/UNIDAD)
SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL =25360

PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL VOLUMEN DE VENTAS (UNID/AÑO)
SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL =40000

PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL VOLUMEN DE VENTAS (UNID/AÑO)
SI SE VENDEN SUBPRODUCTOS ESTE DATO CORRESPONDE AL PRODUCTO PRINCIPAL =48000

PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION =1580000000

PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION =985000000

PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA =8100000

PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA =4800000

DESEA REPETIR LA ENTRADA DE LOS DATOS PARA EL ANALISIS DE RIESGOS? =NO

DESEA SE EFECTUE UN ANALISIS DE SENSIBILIDAD? =SI

DATOS PARA EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD

EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD SE EFECTUARA CAMBIANDO EN CADA CASO UN PARAMETRO MANTENIENDO LOS RESTANTES CON SUS VALORES ORIGINALES (DADOS ANTES)
TAMBIEN ES POSIBLE ANALIZAR UN CASO DONDE DOS O MAS VARIABLES PUEDAN CAMBIAR DE VALORES
EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD PUEDE ESTABLECERSE CON RESPECTO A LOS SIGUIENTES PARAMETROS:

PRECIO DE VENTA
VOLUMEN DE VENTAS
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
GASTO DE ESTRUCTURA
INVERSION FIJA
COMBINACION DE DOS O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION? =SI
INDIQUE CUANTOS VALORES DE COSTO DIRECTO DE PRODUCCION ANUAL (A OP. NORMAL) =1
DESEA ANALIZAR (MAX. 5)
PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL COSTO DIRECTO DE PRODUCCION

VAC(1)=1385000000

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL PRECIO DE VENTA? =SI
INDIQUE CUANTOS VALORES DE PRECIO DE VENTA DESEA ANALIZAR(MAX. 5) =1
DESEA ANALIZAR EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL PRECIO DE VENTA

VAP(1)=26700

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL VOLUMEN ANUAL DE VENTAS? =SI
INDIQUE CUANTOS VALORES DE VOLUMEN DE VENTAS ANUAL (A OP. NORMAL) =1
DESEA ANALIZAR (MAX. 5)
PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL VOLUMEN DE VENTA ANUAL

VAV(1)=50000

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL? =SI
INDIQUE CUANTOS VALORES DE GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (A OP. NORMAL) =1
DESEA ANALIZAR (MAX. 5)
PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL

VAG(1)=8000000

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LA INVERSION FIJA? =SI
INDIQUE CUANTOS VALORES DE INVERSION FIJA DESEA ANALIZAR =1
PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DE LA INVERSION FIJA

VAI(1)=545000000

DESEA ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A NUEVOS VALORES DE DOS O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES? =SI
PROPORCIONELOS EN EL SIGUIENTE ORDEN (SI ALGUN DATO NO CAMBIA, ASIGNELE NUEVAMENTE EL VALOR ORIGINAL)

PRECIO DE VENTA
VOLUMEN DE VENTA
COSTO DIRECTO DE PRODUCCION
GASTOS DE ESTRUCTURA
INVERSION FIJA

PI(1)=39900
PI(2)=20000
PI(3)=1400000000
PI(4)=2000000
PI(5)=930000000

DESEA SE REPITA LA ENTRADA DE DATOS PARA EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD? =NO

DESEA ESCRIBIR ALGUNA NOTA? =NO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
 FACULTAD DE QUIMICA
 DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES
 MAESTRIA EN INGENIERIA QUIMICA (PROYECTOS)

TEMA DE TESIS: EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS DE INVERSION
 ALUMNO: CESAR TOLEDO ESPONDA
 ASESORES: ERWIN FRIETZ DE LA ORTA
 MARTIN URRUTIA MORALES

 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

PROYECTO	EJEMPLO DE TESIS
NOMBRE DE LA PLANTA	CASO HIPOTETICO
REGIMEN	QUENO
SUBPRODUCTOS	
CAPACIDAD DE DISEÑO (UNIDADES/AÑO)	60000.0 TONS
CAPACIDAD NOMINAL DE OPERACION (UNIDADES/AÑO)	60000.0 TONS
METODO ECONOMICO DE EVALUACION	14.0 AÑOS
VIDA UTIL DEL PROYECTO	11.0 AÑOS
TASA DE VALOR DE CAPITAL ESPECTIVA DE LA EMPRESA	30.0 %
CAPITAL DE TRABAJO	53800000.0 PESOS
VALOR DE TERRENO	49000000.0 PESOS
CAPITAL PROMIO DE LA EMPRESA	0.0 PESOS
TASA DE INTERES DEL FINANCIAMIENTO	434400000.0 PESOS
	11.0 %

NOTAS

PARA EL CASO BASE, ACEFAS DE LOS RESULTADOS SE IMPRIMEN LOS ESTADOS FINANCIEROS

RESULTADOS

CASO BASE

PRECIO DE VENTA 40810.0 PESOS/UNIDAD
 VOLUMEN DE VENTAS 60000.0 UNIDADES/ANO
 COSTO DE PRODUCCION 128277000.0 PESOS/ANO
 GASTOS DE ESTRUCTURA 6700000.0 PESOS/ANO
 INVERSION F.F.J.E 490000000.0 PESOS
 TASA DE DESCUENTO 30.0 %

ESTADOS FINANCIEROS

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CAPACIDAD DE LA PLANTA	0.	0.	0.	10000.	49000.	54000.	60000.	60000.	60000.
VENTAS NETAS	0.	0.	0.	405100000.	194290000.	212290000.	243550000.	243550000.	147660000.
INGRESOS TOTALES	0.	0.	0.	1859047.6.	91149793.	102725338.	114313063.	1143691791.	1144659053.
COSTO DIRECTO DE PROD	0.	0.	0.	213799070.	122616000.	1154493000.	1282770000.	1282770000.	1282770000.
GASTOS DE ESTRUCTURA	0.	0.	0.	1250000.	5700000.	6300000.	6300000.	6300000.	6300000.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	441000000.	441000000.	441000000.	441000000.	441000000.	441000000.
COSTO DE VENTAS	0.	0.	0.	238940070.	1076615000.	1204813000.	1333170000.	1333170000.	1333170000.
UTILIDAD BRUTA	0.	0.	0.	147155000.	872644000.	980071000.	1103450000.	1103450000.	1103450000.
GASTOS FINANCIEROS	61160000.	61160000.	61160000.	5790250.	5344277.	493642.	439137.	308209.	322107.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	59189933.	36427426.	11294410.	46159352.	46142592.	46247359.
EFECTO DE UTILIDADES	0.	0.	0.	1131300.	49185578.	76652259.	87922955.	87969343.	36518647.
UTILIDAD NETA	-61160000.	-61160000.	-61160000.	7570037.	43369362.	49157687.	64514252.	648795810.	550146447.

ANO	10	11	12	13	14	15	16	17	18
CAPACIDAD DE LA PLANTA	60000.	60000.	60000.	60000.	60000.	0.	0.	0.	0.
VENTAS NETAS	2436600000.	2436600000.	2436600000.	2436600000.	2436600000.	0.	0.	0.	0.
INGRESOS TOTALES	1144692189.	1144692189.	1144692189.	1144692189.	1144692189.	0.	0.	0.	0.
COSTO DIRECTO DE PROD	1282770000.	1282770000.	1282770000.	1282770000.	1282770000.	0.	0.	0.	0.
GASTOS DE ESTRUCTURA	6300000.	6300000.	6300000.	6300000.	6300000.	0.	0.	0.	0.
DEPRECIACION	441000000.	441000000.	441000000.	441000000.	441000000.	0.	0.	0.	0.
COSTO DE VENTAS	1333170000.	1333170000.	1333170000.	1333170000.	1333170000.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD BRUTA	1103450000.	1103450000.	1103450000.	1103450000.	1103450000.	0.	0.	0.	0.
GASTOS FINANCIEROS	287511.	2774405.	935954.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
IMPUESTOS	462374710.	462497645.	463047652.	46444500.	461952600.	0.	0.	0.	0.
EFECTO DE UTILIDADES	8971570.	8812123.	8619952.	8827470.	81902400.	0.	0.	0.	0.
UTILIDAD NETA	55040944.	55040944.	55174700.	55174700.	57375000.	0.	0.	0.	0.

FLUJO DE EFECTIVO

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	0.	0.	0.	48 610 1937.	146 721 2806.	216 296 6129.	21 366 90329.	2 369 21 005.	2 256 11 607.
COSTOS DE OPERACION	0.	0.	0.	20 229 770.	10 771 982 77.	18 936 621 70.	10 771 982 77.	10 872 20 289.	124 21 21 67.
DEPRECIACION	0.	0.	0.	1 955 746.	2 616 870.	2 616 870.	1 241 36 823.	10 825 27 714.	11 477 70 712.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.
IMPUESTOS DE GANARIE	0.	0.	0.	11 467 746.	10 771 982 77.	10 872 20 289.	10 872 20 289.	10 872 20 289.	10 872 20 289.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	33 636 045.	33 331 809.	33 231 502.	33 231 502.	33 231 502.	33 231 502.
IMPUESTO DE GANARIE DE IMF	-611 6000.	-611 6000.	-611 6000.	12 611 770.	12 611 770.	12 611 770.	12 611 770.	12 611 770.	12 611 770.
COSTO ANUAL DE CAPITAL	-28 566 000.	-28 566 000.	-28 566 000.	-12 611 770.	-12 611 770.	-12 611 770.	-12 611 770.	-12 611 770.	-12 611 770.
FLUJO DE EFECTIVO	-27 566 000.	-28 566 000.	-28 566 000.	-23 956 711.	41 721 714.	35 940 110.	6 515 1 207.	6 515 1 207.	6 515 1 207.
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	-27 566 000.	-56 132 000.	-84 698 000.	-108 654 711.	-66 932 997.	-31 000 000.	22 367 207.	28 882 414.	35 393 621.
FLUJO DE EFECTIVO DECONTADO	-211 746 85.	-19 11 556 69.	-10 11 212 07.	9 600 425.	1 352 12 944.	1 373 411 0.	12 1 95 719.	99 9 202 1.	73 61 021.
FLUJO DE EFECTIVO DECONTADO ACUMULADO	-211 746 85.	-36 231 7 50.	-46 350 6 72.	-36 40 9 246.	-32 6 5 020 5.	-19 11 7 75 6.	-6 6 6 2 2 1.	2 59 7 7 5.	10 2 1 9 2 1.
REFINANCIAMIENTO NETO CONTRA LA INVERSION	-1.	-1.	-1.	17.	80.	91.	121.	121.	121.

ANO	10	11	12	13	14	15	16	17	18
VENTAS NETAS	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.
COSTOS DE OPERACION	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.	1 366 000 000.
DEPRECIACION	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.	111 410 140.
IMPUESTOS	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.	44 103 791.
IMPUESTO DE GANARIE	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.	11 467 746.
IMPUESTOS	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.	33 636 045.
IMPUESTO DE GANARIE DE IMF	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.	611 600 000.
COSTO ANUAL DE CAPITAL	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.
FLUJO DE EFECTIVO	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.	2 366 000 000.
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	2 366 000 000.	4 732 000 000.	7 098 000 000.	9 464 000 000.	11 830 000 000.	14 196 000 000.	16 562 000 000.	18 928 000 000.	21 294 000 000.
FLUJO DE EFECTIVO DECONTADO	2 366 000 000.	4 732 000 000.	7 098 000 000.	9 464 000 000.	11 830 000 000.	14 196 000 000.	16 562 000 000.	18 928 000 000.	21 294 000 000.
FLUJO DE EFECTIVO DECONTADO ACUMULADO	1 366 000 000.	2 732 000 000.	4 098 000 000.	5 464 000 000.	6 830 000 000.	8 196 000 000.	9 562 000 000.	10 928 000 000.	12 294 000 000.
REFINANCIAMIENTO NETO CONTRA LA INVERSION	101.	101.	102.	103.	104.	105.	106.	107.	108.

INDICES DE EVALUACION ECONOMICA

VALOR PRESENTE NETO 395 927 214 P1000
 TASA INTERNA DE REFINANCIAMIENTO EFECTIVO 21.1 %
 TASA INTERNA DE REFINANCIAMIENTO NOMINAL 21.1 %
 EFECTO DE RECUPERACION DE LA INVERSION MAS INTERESES 7.6 ANOS
 PLAZO DE RECUPERACION DE LA INVERSION 7.7 ANOS
 INVERSIÓN MÍNIMA REQUERIDA -453 589 597 P1000
 TASA DE INVERSIÓN 0.0 ANOS
 TASA DE UTILIDAD EN EL CAPITAL 81.7 %

ANALISIS DE RIESGOS

PROBABILIDAD ACUMULADA (%)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
VPN	-032E+09	-162E+08	-102E+09	-17E+09	-23E+09	-27E+09	-33E+09	-38E+09	-44E+09	-52E+09	-112E+10
TIR	21.1	30.5	32.0	33.1	34.0	34.9	35.5	36.7	37.5	39.0	42.6

VPN ES EL VALOR PRESENTE NETO EN PESOS
TIR ES LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO NOMINAL EN %

	VALOR ESPERADO	P1	VALOR ESTIMADO	P2	P1/P2 O P2/P1	% VAR DE LA PROB
VPN	274754179.	50.00	283652729.	31.75	1.04	3.52
TIR	34.84	50.00	35.30	54.78	1.10	9.57

EL VALOR ESPERADO ES EL VALOR MAS PROBABLE.
EL VALOR ESTIMADO ES EL CALCULADO EN LA EVALUACION
P1 ES LA PROBABILIDAD DE OBTENER EL VALOR ESPERADO
P2 ES LA PROBABILIDAD DE OBTENER EL VALOR ESTIMADO
P1/P2 O P2/P1 ES LA RELACION ENTRE LAS PROBABILIDADES. SE TOMA COMO DIVIDENDO AL VALOR MAYOR Y COMO DIVISOR AL MAS PEQUEÑO

	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	COEF. DE VARIACION (%)
VPN	-4E+17	-23E+03	71.35
TIR	11.03	3.44	9.89

CONCLUSIONES

CON RESPECTO AL VALOR PRESENTE NETO

EN ESTA ALTERNATIVA LA RELACION DE PROBABILIDADES ES MENOR AL 5%.
EN ESTE CASO LA PROBABILIDAD DE QUE EL PROYECTO ALCANZE UN VPN SIMILAR AL VPN ESTIMADO ES ACEPTABLE

CON RESPECTO A LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

TWO NUMERAL	TIR ESPERADA	TIR ESTIMADA
25.0	34.9	35.3

EN ESTA ALTERNATIVA LA VARIACION DE PROBABILIDADES ES MAYOR AL 5%.
EN ESTE CASO EL VALOR ESTIMADO DEBEA AL VALOR ESPERADO
Y EL COEFICIENTE DE VARIACION DEL PROYECTO DEBEA QUE LA TIR ES MENOR A LA TIR ESPERADA

SEMENALIDAD DEL PROYECTO AL COSTO EMPLEO DE PRODUCCION

PROYECTO DE VENTA 46410.0 PPSOS/UNIDAD
 VOLUMEN DE VENTAS 49000.0 UNIDADES/ANIO
 COSTO DE PRODUCCION 178000000.0 PPSOS/ANIO
 GASTOS DE FINANCIACION 400000.0 PPSOS/ANIO
 IMPUESTOS FIJOS 140000000.0 PPSOS
 TASA DE DESCUENTO 20.4 %

FLUJOS DE EFECTIVO

ANO	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	0.	0.	0.	45410000.	176770000.	219704000.	241600000.	263460000.	285320000.
ELECTRO DE OPERACION	0.	0.	0.	75947000.	117640000.	120760000.	119640000.	120520000.	124420000.
IMPUESTOS DE OPERACION	0.	0.	0.	17440000.	47619000.	65144000.	104310000.	184500000.	142274000.
EFECTIVIDAD	0.	0.	0.	41000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.
IMPUESTOS DE CAPITAL	0.	0.	0.	17440000.	74074000.	89114000.	89000000.	97351000.	97374000.
IMPUESTOS	0.	0.	0.	17727000.	47640000.	37410000.	40000000.	41000000.	42000000.
IMPACTO DE CAMBIOS DE INF	-4114000.	-4114000.	-4114000.	15227000.	40710000.	50000000.	62224000.	65200000.	62227000.
COSTO REAL DE CAPITAL	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.	-40000000.
FLUJO DE EFECTIVO	-47300000.	-47300000.	-47300000.	12477000.	167100000.	182200000.	182200000.	182200000.	182200000.
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	-47300000.	-94600000.	-141900000.	-124230000.	-71000000.	111000000.	293000000.	475000000.	657000000.
FLUJO DE EFECTIVO DISCONTINUO ACUMULADO	-21177000.	-41113000.	-81111000.	19000000.	118012000.	126690000.	111300000.	87200000.	67100000.
FRANQUICIAS NETAS SOBRE LA INVERSION	-11	-11	-11	11	77.	02.	02.	02.	02.
ANO	10	11	12	13	14	15	16	17	18

VENTAS NETAS	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.	241600000.
COSTOS DE OPERACION	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.	150177000.
IMPUESTOS DE OPERACION	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.	104310000.
EFECTIVIDAD	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.
IMPUESTOS DE CAPITAL	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.	89114000.
IMPUESTOS	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.
IMPACTO DE CAMBIOS DE INF	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.	62224000.
COSTO REAL DE CAPITAL	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.	40000000.
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	203220000.	324700000.	324700000.	607100000.	607100000.	607100000.	607100000.	607100000.	607100000.
FLUJO DE EFECTIVO DISCONTINUO ACUMULADO	51000000.	35707000.	30637000.	23000000.	20107000.	0.	0.	0.	0.
FLUJO DE EFECTIVO DISCONTINUO NOMINAL	97144000.	136500000.	107070000.	151170000.	211300000.	0.	0.	0.	0.
RENDIMIENTO NETO SOBRE LA INVERSION	92.	92.	92.	92.	96.	0.	0.	0.	0.

INDICES DE EVALUACION ECONOMICA

VALOR PRESENTE NETO 211300000.0 PPSOS
 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO EFECTIVA 34.0 %
 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO NOMINAL 31.4 %
 PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION MAS INTERESES 4.4 AÑOS
 VALOR DE RESULTADO DISCONTINUO 4.4 AÑOS
 IMPUESTOS MAS GASTOS DE FINANCIACION -40000000.0 PPSOS
 PERIODO DE PAGO NETO 4.4 AÑOS
 INDICE DE RENTABILIDAD DEL CAPITAL 11.4 %

DEVELOPAMIENTO DEL PROYECTO A LA INVERSIÓN FEA

PERIODO DE VENTA 49616.8 EFECTIVO
 VALOR DE VENTA 49616.8 EFECTIVO
 COSTO DE PRODUCCIÓN 17427808.8 EFECTIVO
 COSTO DE DISTRIBUCIÓN 488888.8 EFECTIVO
 IMPUESTO FEA 648888.8 EFECTIVO
 TASA DE DESCUENTO 7.0 %

FLUJO DE EFECTIVO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	0.	0.	1,111,111.11	1,444,444.44	1,777,777.78	2,111,111.11	2,444,444.44	2,777,777.78	3,111,111.11
COSTOS DE OPERACION	0.	0.	25,222.22	32,222.22	39,222.22	46,222.22	53,222.22	60,222.22	67,222.22
IMPUESTOS DE OPERACION	0.	0.	17,777.78	22,222.22	27,777.78	33,222.22	38,777.78	44,222.22	50,222.22
DISTRIBUCION	0.	0.	4,444.44	5,555.56	6,666.67	7,777.78	8,888.89	9,999.99	11,111.11
IMPUESTO GANABLE	0.	0.	1,422.22	1,822.22	2,222.22	2,622.22	3,022.22	3,422.22	3,822.22
IMPUESTO	0.	0.	3,333.33	4,222.22	5,111.11	6,000.00	6,888.89	7,777.78	8,666.67
IMPUESTO SOBRE LAS TASAS	0.	0.	1,111.11	1,444.44	1,777.78	2,111.11	2,444.44	2,777.78	3,111.11
COSTO TOTAL DE CAPITAL	0.	0.	1,111,111.11	1,444,444.44	1,777,777.78	2,111,111.11	2,444,444.44	2,777,777.78	3,111,111.11
FLUJO DE EFECTIVO	-3,111,111.11	-3,111,111.11	1,111,111.11	1,444,444.44	1,777,777.78	2,111,111.11	2,444,444.44	2,777,777.78	3,111,111.11
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	-3,111,111.11	-6,222,222.22	-5,111,111.11	-3,666,666.67	-1,888,888.89	-777,777.78	111,111.11	888,888.89	1,777,777.78
FLUJO DE EFECTIVO DISCONTINUADO	-3,111,111.11	-6,222,222.22	-5,111,111.11	-3,666,666.67	-1,888,888.89	-777,777.78	111,111.11	888,888.89	1,777,777.78
RENDIMIENTO NETO SOBRE LA INVERSIÓN	0.	0.	11.11%	14.44%	17.78%	21.11%	24.44%	27.78%	31.11%
Año	1	2	3	4	5	6	7	8	9

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	2,111,111.11	2,777,777.78	3,444,444.44	4,111,111.11	4,777,777.78	5,444,444.44	6,111,111.11	6,777,777.78	7,444,444.44
COSTOS DE OPERACION	12,111,111.11	15,555,555.56	19,000,000.00	22,444,444.44	25,888,888.89	29,333,333.33	32,777,777.78	36,222,222.22	39,666,666.67
IMPUESTOS DE OPERACION	8,444,444.44	10,933,333.33	13,422,222.22	15,911,111.11	18,400,000.00	20,888,888.89	23,377,777.78	25,866,666.67	28,355,555.56
DISTRIBUCION	4,444.44	5,555.56	6,666.67	7,777.78	8,888.89	9,999.99	11,111.11	12,222.22	13,333.33
IMPUESTO	1,422.22	1,822.22	2,222.22	2,622.22	3,022.22	3,422.22	3,822.22	4,222.22	4,622.22
IMPUESTO SOBRE LAS TASAS	1,111.11	1,444.44	1,777.78	2,111.11	2,444.44	2,777.78	3,111.11	3,444.44	3,777.78
COSTO TOTAL DE CAPITAL	1,111,111.11	1,444,444.44	1,777,777.78	2,111,111.11	2,444,444.44	2,777,777.78	3,111,111.11	3,444,444.44	3,777,777.78
FLUJO DE EFECTIVO	2,111,111.11	2,777,777.78	3,444,444.44	4,111,111.11	4,777,777.78	5,444,444.44	6,111,111.11	6,777,777.78	7,444,444.44
FLUJO DE EFECTIVO ACUMULADO	2,111,111.11	4,888,888.89	8,333,333.33	12,444,444.44	17,222,222.22	22,777,777.78	29,888,888.89	37,666,666.67	46,111,111.11
RENDIMIENTO NETO SOBRE LA INVERSIÓN	11.11%	14.44%	17.78%	21.11%	24.44%	27.78%	31.11%	34.44%	37.78%

INDICIOS DE EVOLUCIÓN ECONÓMICA

VALOR PRESENTE NETO	79,666,666.67
TASA INTERNA DE RENDIMIENTO EFECTIVA	7.0 %
TASA INTERNA DE RENDIMIENTO NOMINAL	7.7 %
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL INVERSIÓN SIN INTERESES	4.6 AÑOS
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL INVERSIÓN CON INTERESES	4.6 AÑOS
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL INVERSIÓN CON INTERESES Y IMPUESTOS	4.6 AÑOS
PERIODO DE RECUPERACIÓN DEL INVERSIÓN CON INTERESES Y IMPUESTOS Y TASA DE DESCUENTO	4.6 AÑOS

ESTADÍSTICAS DEL SECTOR AGRÍCOLA Y DE LA PESQUERA

PERIODO DE VENTA: 1959, 6 OPERACIONES
 VOLUMEN DE VENTAS: 16000000, 1 UNIDAD
 COSTO DE PRODUCCION: 4000000, 1 UNIDAD
 GANANCIA: 12000000, 1 UNIDAD
 TASA DE DESECION: 10, 1 %

FLUJO DE EFECTIVO

DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	0	0	0	45410000	14321000	21294000	24540000	24100000	24100000
COSTOS DE OPERACION	0	0	0	24500000	11700000	12720000	12450000	14200000	14200000
IMPUESTOS DE OPERACION	0	0	0	15700000	21100000	0	0	0	0
DEPRECIACION	0	0	0	4700000	4700000	4700000	4700000	4700000	4700000
IMPUESTO GAIRANTE	0	0	0	11550000	7850000	8700000	8700000	8700000	8700000
IMPUESTO	0	0	0	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000	1500000
GANANCIA OPERATIVA DE IMP	0	0	0	11870000	14870000	15170000	15170000	15170000	15170000
COSTO DE CAPITAL	0	0	0	20000000	20000000	20000000	20000000	20000000	20000000
FLUJO DE EFECTIVO	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000
FLUJO DE EFECTIVO	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000
DESCRIPCION	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000
FLUJO DE EFECTIVO	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000
DESCRIPCION	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000	-20000000
VENTAS NETAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SINCE LA INVERSION	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ANO	10	11	12	13	14	15	16	17	18

DESCRIPCION	1	2	3	4	5	6	7	8	9
VENTAS NETAS	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
COSTOS DE OPERACION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
IMPUESTOS DE OPERACION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
DEPRECIACION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
IMPUESTO OPERATIVO	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
IMPUESTO	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
GANANCIA OPERATIVA DE IMP	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
COSTO DE CAPITAL	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
FLUJO DE EFECTIVO	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
FLUJO DE EFECTIVO	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
DESCRIPCION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
FLUJO DE EFECTIVO	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
DESCRIPCION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
VENTAS NETAS	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000
SINCE LA INVERSION	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000	141000000

INDICES DE PRODUCTIVIDAD ECONOMICA

VALOR PRESENTE NETO 100000000, 1 UNIDAD
 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO EFECTIVA 10, 1 %
 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO NOMINAL 10, 1 %
 PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION MAS INTERESES 10, 1 UNIDAD
 PERIODO DE RECUPERACION DE LA INVERSION 10, 1 UNIDAD
 PERIODO DE INVERSION 10, 1 UNIDAD
 INDICE DE UTILIZACION DEL CAPITAL 10, 1 %

ANÁLISIS DE RIESGOS

PERIODO (t)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
VPI	-54409	-92407	-98408	-15409	-22409	-37409	-32409	-37409	-44409	-51409	-11409
TIC	20.8	20.2	31.7	32.8	33.7	34.6	35.9	36.4	37.8	38.0	38.1

VPI ES EL VALOR PRESENTE NETO EN PESOS
TIC ES LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO NOMINAL en %

	VALOR ESPERADO	PI	VALOR ESTIMADO	P2	PI/P2 O P2/PI	X VAR DE LA P2/P1
VPI	267850000	50.00	162481774	37.07	1.66	56.82
TIC	34.88	50.00	31.44	14.88	2.76	176.48

EL VALOR ESPERADO ES EL VALOR MÁS PROBABLE
EL VALOR ESTIMADO ES EL CALCULADO EN LA EVALUACION
PI ES LA PROBABILIDAD DE OBTENER EL VALOR ESPERADO
P2 ES LA PROBABILIDAD DE OBTENER EL VALOR ESTIMADO
PI/P2 O P2/PI ES LA RELACION ENTRE LAS PROBABILIDADES SE TOMA COMO CUIDANDO EL VALOR MAYOR Y COMO DIVIDIDA AL MAS PEQUEÑO

	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	COSF. DE VARIACION (%)
VPI	101517	318.76	76.73
TIC	11.93	3.45	9.97

CONCLUSIONES

CON RESPECTO AL VALOR PRESENTE NETO

EN ESTA ALTERNATIVA LA PROBABILIDAD ACUMULADA DEL VALOR ESPERADO ES MENOR MAYOR A LA DEL VALOR ESTIMADO
LO ANTERIOR INDICA QUE EL VPI ESTIMADO ES MENOR AL QUE PROBABLEMENTE PODRIA ESPERARSE
LOS RESULTADOS Y ESTIMACIONES MÁS POSIBLES SE REALICEN LA EVALUACION ESTAN AJUSTADOS DE LOS VALORES
MÁS PROBABLES, EVITANDO A SER CONSERVADORES. ESTA CONCLUYA A LA PROBABILIDAD DE QUE EL VPI DEL PROYECTO
SEA MÁS REALISTICO MAYOR AL CALCULADO.
SE DEBE REALIZAR MOVIMIENTOS EL PROYECTO CAMBIANDO DENUNDA DE LISTOS PERMISIBLES
ALGUNOS DE LOS SUPUESTOS CONVENCIONALES EN EL ANALISIS, SUSCANDO EN SI SEA EL MONTE DE LOS
INGRESOS Y/O DISTRIBUCION DE LOS COSTOS

CON RESPECTO A LA TASA INTERNA DE RENDIMIENTO

TIC NOMINAL	TIC ESPERADA	TIC ESTIMADA
29.7	34.8	31.4

EN ESTA ALTERNATIVA LA VARIACION DE PROBABILIDADES ES MAYOR AL 50%
EL VALOR ESTIMADO ES MENOR AL ESPERADO. LA PROBABILIDAD DE QUE EL PROYECTO TENGA UNA TIR MAYOR A LA ESTIMADA ES ALTA

- DEBE REPETIR EL ANALISIS CON OTRA TASA EFECTIVA DE VALOR DE CAPITAL
- PROPONER LA TASA DE VALOR DE CAPITAL
- DEBE REPETIR EL ANALISIS DEL CASO BASE EN ESTA EVALUACION
- DEBE REPETIR EL ANALISIS DE RIESGOS
- EN LA NUEVA EVALUACION DEBE REPETIR EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD
- DEBE PROPONER ALGUNOS VALORES PARA EL ANALISIS DE SENSIBILIDAD

4.7 ANALISIS DE RESULTADOS

Con objeto de facilitar el análisis de los resultados obtenidos en los listados de computadora, es conveniente transferir los datos de mayor relevancia a formatos que simplifiquen el manejo de esa información.

En concordancia con esto, se han transferido los resultados del caso base y del análisis de sensibilidad a la tabla No. 4 y además, en la fig. 28 se han dibujado las curvas del flujo de efectivo descontado acumulado (FEDA) para cada caso.

De esta forma se obtiene una visión panorámica de la rentabilidad del proyecto sin tener que recurrir a información que pueda ser excesiva en un momento dado. Esta práctica es recomendable particularmente cuando los resultados de la evaluación económica son llevados a niveles decisorios.

4.7.1 Rentabilidad de la inversión (caso base)

Considerando los resultados correspondientes al caso base tenemos:

Se obtiene un VPN de 283,652,720 pesos. Esto significa que el proyecto será capaz de generar recursos para reponer la inversión y los intereses generados por ella (intereses sobre recursos propios y externos) y además, proporcionará un excedente en pesos actuales igual al VPN dado.

La tasa interna de rendimiento (TIR) es de 42.3%, excediendo en 12.3% a la tasa de rendimiento mínimo aceptable (TVC) establecida, que fué de 30%.

La rentabilidad del proyecto será tal que permitirá recuperar la inversión y sus intereses en 7.6 años después de iniciado aquél. A partir de esa fecha se considera que la inversión no corre ningún riesgo.

La inversión máxima descontada excede en 30 millones de pesos al capi--

R E S U L T A D O S

ESTRUCTURA DEL FINANCIAMIENTO (FINANC.PROPIO FINANC.EXTERNO) = 88.6 / 11.4

TASA DE DESCUENTO : 30 %

INDICES DE EVALUACION ECONOMICA	CASO BASE PV = 40 610 VVA = 60 000 CDP = 1262 770 GE = 6 300 CIF = 490 000	ANALISIS DE SENSIBILIDAD					COMBINADO PV = 39 500 VVA = 60 000 CDP = 1400 000 GE = 8 000 CIF = 520 000
		PRECIO DE VENTA	VOLUMEN DE VENTA	COSTO DIRECTO DE PRODUCCION	GASTO DE ESTRUCTURA	INVERSION FIJA	
VALOR PRESENTE NETO MILES DE PESOS	283 652 . 72	-306 499.03	-3 503 . 54	2 11 365.14	282 366.55	215 696.13	162 405.13
TASA INT. DE REND. EFECTIVA %	42 . 3	11.4	29 . 8	39.5	42.3	38.6	36.9
TASA INT. DE REND. NOMINAL %	35 . 3	10.8	26 . 1	33.3	35.3	32.6	31.4
PERIODO DE REC. DE INV. MAS INTERESES AÑOS	7.6	—	—	8.2	7.6	8.4	8.9
PUNTO DE EQUILIBRIO DESC. AÑOS	7.7	—	—	8.3	7.7	8.5	9.0
INVERSION MAXIMA DESC. MILES DE PESOS	-463 500.67	-490 359.93	-473 756.64	-463 500.67	-463 500.67	-526 664.29	-499 711.82
PERIODO DE INVERSION AÑOS	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
INDICE DE UTILIDAD DE CAPITAL %	61.2	- 62.5	- 0.7	45.6	60.9	41.0	32.5

NOTAS:
 1.-PV = PRECIO DE VENTA (PESOS / UNIDAD)
 VVA = VOLUMEN DE VENTA ANUAL (UNIDADES / AÑO)
 CDP = COSTO DIRECTO DE PRODUCCION (MILES DE PESOS / AÑO)
 GE = GASTO DE ESTRUCTURA (MILES DE PESOS / AÑO)
 CIF = COSTO DE INVERSION FIJA (MILES DE PESOS)

TABLA 4 RESULTADO DEL EJEMPLO

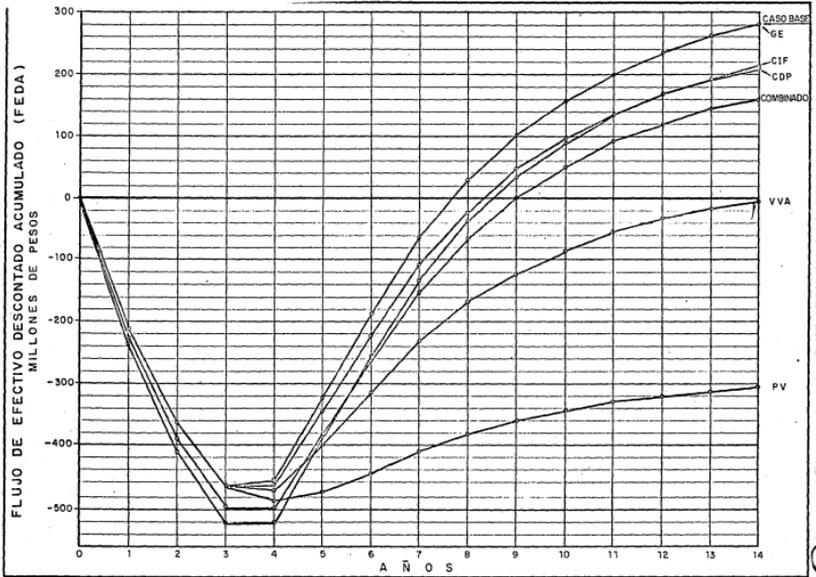


Fig. 28. Curvas del flujo de efectivo descontado acumulado (feda) para el caso base y los casos del análisis de sensibilidad.

tal disponible con recursos propios (463,500,670 vs 434,400,000). Esta diferencia no es muy significativa, vista la magnitud de la inversión, lo que permite suponer que el inversionista contará con suficiente respaldo económico como para hacer frente a sus gastos durante el período de construcción y arranque de la planta.

El índice de utilidad del capital es de 61.2%. No obstante que en la --- práctica se recomienda tener un IUC de 100% como mínimo, los índices de evaluación económica son favorables y es posible considerar satisfactorio el rendimiento del capital invertido.

4.7.2 Efecto de la variación de los estimados en la rentabilidad del proyecto

Los resultados del análisis de sensibilidad muestran que la reducción en el precio de venta o en el volumen de ventas impacta negativamente la valía -- del proyecto, dando como resultado que los indicadores económicos tengan valores por debajo de los aceptables. Así, la TIR en ambos casos fué de 11.4% y -- 29.8% respectivamente, mientras que la TVC del proyecto es de 30%; como consecuencia de esto se obtienen VPN negativos para ambos casos sin tener, además, la posibilidad de recuperar la inversión (fig. 28). De ambos casos, es la disminución en el precio de venta la que se traduce en una menor rentabilidad de la inversión.

Por lo anterior, debe tenerse especial cuidado al efectuar el estudio -- del mercado y estimar los valores para ambos parámetros (PV y VVN) ya que un -- pronóstico incorrecto, sobre todo del precio de venta, pondría incluso en peligro al proyecto mismo.

Un aumento sustancial del costo directo de producción o del gasto de estructura no altera demasiado la valía del proyecto. Si bien se reducen los valores de los índices económicos, éstos permanecen en límites aceptables y la -- inversión permanece rentable. De ambos casos, es el aumento del costo directo de producción el que más afecta al proyecto, obteniéndose entre otros resulta-

dos, un PRIMI de 8.2 años. Esto puede ser una limitante si es el criterio de recuperación de la inversión el que prevalece al invertir el capital.

Un incremento en el estimado de la inversión fija se refleja en una -- disminución de las utilidades, debido sobre todo, a las nuevas obligaciones - financieras (recuerdese que en éste caso es el monto del préstamo el que va- ría). Si bien en este caso el proyecto permanece rentable, no puede soslayar se el hecho de que la inversión máxima descontada excede en 92 millones de - pesos al capital propio, lo que podría poner en peligro al proyecto si las - medidas financieras pertinentes no fueran previstas durante el periodo de -- construcción.

Si bien la atractividad de la inversión disminuye sensiblemente cuando el precio de venta y el volumen de ventas son disminuídos, esto no es un ele- mento de tanto peso como para desechar al proyecto ya que de acuerdo al estu- dio del mercado existe gran demanda para este producto, por lo que la posibi- lidad de que se tuviese que bajar el precio de venta para tener acceso al -- mercado es remota. Esto mismo puede decirse con respecto al volumen de venta.

Puede concluirse por lo tanto que en este aspecto la inversión segura- mente disfrutará de una renta económica gracias a su posición en el mercado.

Existe más posibilidad de que el costo directo de producción y la in- versión fija estén en realidad por arriba de sus valores estimados, sin em- bargo, por el análisis de sensibilidad se ha detectado que si aún esto suce- diera, dentro de límites permisibles, el proyecto aún permanecería válido -- económicamente.

Se analiza además el caso donde el precio de venta se ha reducido y si multáneamente se ha incrementado el costo directo de producción, el gasto de estructura y la inversión fija.

Cuando estas condiciones son establecidas, el proyecto permanece aún -- rentable, obteniéndose un VPN positivo y una TIR por arriba de la TVC. Aun-- que el PRIMI en este caso sea de 8.9 años y se tenga una inversión máxima des-- contada superior en 65 millones de pesos al capital propio con los posibles-- problemas de inversión, se tienen buenas bases para considerar válido al -- proyecto, dado que en este último análisis se ha evaluado bajo condiciones - adversas y aún así permanece atractivo.

Adicionalmente al análisis de sensibilidad y como un complemento a ésta se ha configurado una superficie de respuesta del proyecto a variaciones gene-- radoras de resultados factibles y no factibles para el proyecto.

Mediante este procedimiento es posible detectar el rango de variacio-- nes de cada variable en el cual la inversión permanece rentable.

La fig. 29 presenta los resultados de este análisis en el cual se anali-- zaron en forma individual cambios en cada variable que van en un rango de --- -20% a 20% del estimado original.

De acuerdo a los resultados presentados en ésta figura, el proyecto pue-- de resistir una disminución en las ventas de hasta -16.5% de lo estimado ori-- ginalmente. Este valor se obtiene de la intersección de la recta correspon--- diente a este parámetro con la línea de demarcación entre la zona factible - (VPN>0) y la no factible (VPN<0). Una mayor disminución en las ventas se -- traduce en una rentabilidad no permisible para el proyecto (línea discontinua).

Por otro lado, un incremento del 20% en los estimados iniciales del cos-- to directo de producción, gasto de estructura e inversión fija ubican al -- proyecto aún en la zona de factibilidad económica.

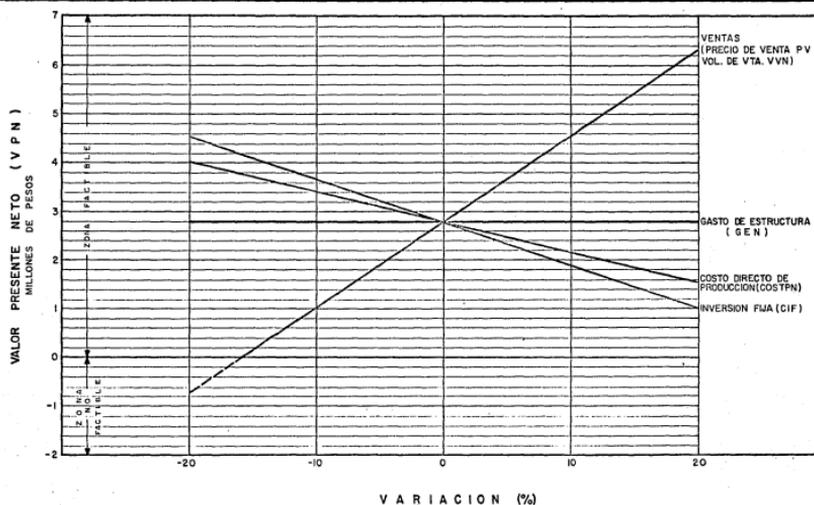


FIG.29 SUPERFICIE DE RESPUESTA DEL PROYECTO A VARIACIONES EN LAS VARIABLES INDICADAS

La importancia de este análisis no únicamente radica en que permite la cuantificación de las variaciones en los parámetros asociándolos a zonas de -- factibilidad o no factibilidad económica, sino que además es capaz de indicar la importancia relativa de cada variable en la rentabilidad de la inversión.

Así, mediante la superficie obtenida pueden jerarquizarse los paráme--- tros en orden de importancia a su impacto en la inversión.

El proyecto es más sensible a las ventas (es decir, al precio de venta y al volumen de ventas) y en orden descendente a la inversión fija, costo -- directo de producción y gasto de estructura.

En base a lo anterior puede pensarse en la existencia de una estrecha - relación entre el valor de la pendiente de cada recta con la sensibilidad del proyecto a la variable que la genera.

Esto es de primordial importancia ya que de este modo es posible cuanti-- ficar la importancia relativa de cada variable en la rentabilidad del proyec-- to.

De acuerdo a la figura, puede concluirse que a mayor pendiente mayor -- impacto a la inversión.

4.7.3 Resultados del análisis de riesgos

Las conclusiones que pueden inferirse de los resultados obtenidos cuando se analiza el riesgo involucrado en el proyecto pueden resumirse en las si-- guientes consideraciones:

Con respecto al valor presente neto

El VPN obtenido en la evaluación o VPN estimado es ligeramente superior al VPN esperado obtenido mediante la aplicación del modelo de riesgos. Lo mismo puede decirse en lo que concierne a sus respectivas probabilidades donde se obtuvo una desviación del 4% (fig. 30). Lo anterior implica que los estimados bajo los cuales se realizó la evaluación económica están ligeramente alejados de los valores más probables tendiendo más bien a ser optimistas. Por esto se obtiene un VPN estimado un poco mayor al que razonablemente podría esperarse - (VPN esperado).

No obstante lo anterior, la diferencia poco significativa entre ambos valores nos proporcionan un buen margen de seguridad en el proyecto y nos permite suponer, en forma consistente, que el VPN calculado en la evaluación económica tiene alta probabilidad de ser obtenido en la realidad.

Los restantes parámetros que coadyuvan en la cuantificación del riesgo - tuvieron los siguientes valores.

Varianza	Desviación estándar	Coefficiente de variación %
$.41 \times 10^{17}$	$.20 \times 10^9$	73.4

Siendo la desviación estándar una medida de dispersión, un valor alto de ella con respecto al VPN significa que los valores en que se fundamenta el análisis están bastante dispersos. Esto implica entonces que los límites en donde se encuentra el VPN están más abiertos y los estimados del mismo tendrán más - incertidumbre. Esto se comprueba con el coeficiente de variación obtenido.

Con respecto a la tasa interna de rendimiento

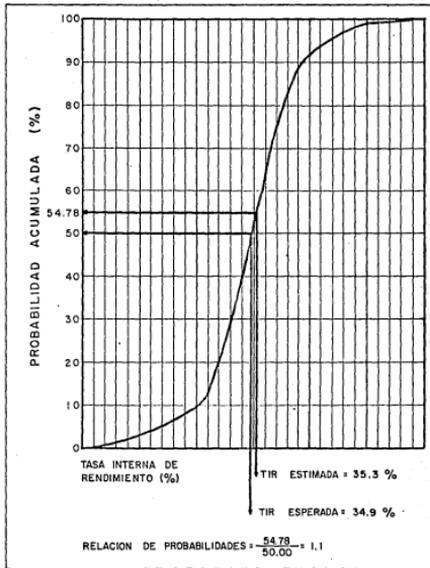
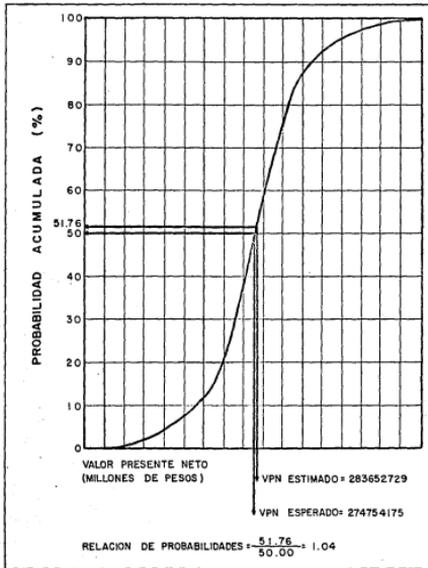


FIG. 30 CURVA DE PROBABILIDAD ACUMULADA PARA EL VPN

FIG. 31 CURVA DE PROBABILIDAD ACUMULADA PARA LA TIR

En este caso el valor estimado rebasa ligeramente al valor esperado. Así mismo, la probabilidad de la TIR estimada está un 10% arriba de la probabilidad de la TIR esperada (fig. 31) por lo que la probabilidad de obtener la TIR calculada en la evaluación es alta.

TCV nominal	TIR esperada	TIR estimada
26.2	34.9	35.3

Dado que la TVC del inversionista es muy inferior a la TIR esperada y - estimada (30% como tasa efectiva o 26.2% como tasa nominal) puede considerarse que aún si la TIR estimada fuera en realidad menor a la esperada el proyecto permanece atractivo

Los restantes parámetros están dentro de un margen de seguridad aceptable.

Como conclusión general puede mencionarse que los valores estimados están muy cercanos a los esperados por lo que la probabilidad de que ya en la - realidad se obtengan valores cercanos a los estimados puede considerarse alta.

Finalmente se puede decir que la importancia de este tipo de análisis - radica en que obtenemos valores numéricos en la cuantificación del riesgo y - por lo mismo, se cuenta con la posibilidad de sensibilizar los estimados.

CONCLUSIONES

1.- Con respecto al modelo matemático

Las ventajas que presenta el modelo matemático desarrollado son las siguientes:

- Permite modelar con suficiente exactitud la rentabilidad de la inversión.
- Es de interpretación relativamente simple.
- Permite la consecución de una ecuación que define al v_{pn} y la tir como funciones de varias variables. Si a esto aunamos el empleo de factores de servicio, entonces con relativa facilidad podrá analizarse la sensibilidad del proyecto a cualesquiera de las variables que lo conforman.
- El modelo de análisis de riesgos parte de las ecuaciones anteriores. De esto puede inferirse que existe una estrecha relación de los resultados del modelo con sus respectivas probabilidades de ocurrencia.

2.- Con respecto al programa de computación

El programa de computación presenta la posibilidad de poder resolver los problemas o alternativas que se deseen de una misma evaluación, cambiando en cada caso los estimados de las principales variables.

Este sistema está estructurado de tal forma que en cada análisis pueden combinarse los resultados en forma secuencial, es decir, los resultados de un problema específico sirven para el siguiente y así sucesivamente. Esta flexibilidad, aprovechada por un analista experto, convierte al programa en una valiosa herramienta en la obtención de guías cuantitativas en el análisis económico de proyectos.

En general puede resumirse que el programa presenta las siguientes ventajas:

- Es fácil de aplicar, aún por personas de poca experiencia, ya que -

Los datos pueden suministrarse iterativamente. En esta fase de ejecución del programa se imprimen comentarios que auxilian al usuario -- cuando proporciona los datos.

- En cada bloque de información se presenta la posibilidad de repetir la entrada de datos. Esto evita tener que terminar con todo el proceso de entrada antes de poder corregir el error.
- Permite analizar la rentabilidad de la inversión paramétricamente en función de la TVC.
- Proporciona una idea muy clara del margen de seguridad existente con respecto a cualquier combinación de variables cuando el modelo de -- riesgos es aplicado en el análisis de sensibilidad.
- El programa fué diseñado de tal forma que facilita su posterior mejoramiento.

Se puede obtener un programa que analice a pesos corrientes con solamente adicionar una subrutina que incluya los factores de inflación correspondientes.

Si bien el programa fué diseñado para evaluar proyectos de la industria química y petroquímica, mediante pequeños ajustes es posible aplicarlo en la evaluación económica de otros tipos de proyectos. En este sentido la única limitante será que dichos proyectos deberán seguir modelos de flujo de efectivo del tipo inversión - recuperación.

3.- Con respecto a la evaluación a pesos constantes

El modelo matemático establecido contempla la evaluación en base a -- precios constantes. Esto implica una simplificación que en algunos casos -- no será lo suficientemente consistente como para resistir un examen riguroso puesto que la relación de inflación entre los costos e ingresos no siem

pre será constante.

No obstante lo anterior y para propósitos prácticos, la exactitud de los resultados obtenidos mediante este modelo son válidos y de significancia en la selección de alternativas dado que la inclusión de proyecciones a pesos corrientes no introduce tal mejoría en la exactitud de los resultados que bien puede no justificar el trabajo que implica el hacer los ajustes correspondientes. De cualquier manera estos ajustes también estarán -- expuestos a factores imprevisibles, por lo que la precisión buscada en los resultados de una evaluación a pesos corrientes no será apreciable con respecto a la proporcionada por el modelo establecido que efectúa la evaluación a pesos constantes.

Lo anterior no invalida de ninguna manera cualquier esfuerzo adicional para obtener un modelo que analice la rentabilidad del proyecto en base a pesos corrientes. Este esfuerzo, obviamente, estará en función del -- grado de exactitud esperada y las ventajas que de ésto puedan originarse.

4.- Con respecto a la calidad de la información utilizada

Quando un análisis económico de inversión es realizado, la confiabilidad de los resultados estará en relación directa con la información que los genera. Entre más precisos sean los datos suministrados, más objetivos serán los resultados de la evaluación económica.

Por otro lado, entre mayor sea la cantidad de información procesada, el margen de seguridad en el proyecto se amplía considerablemente.

A P E N D I C E A

PESOS CONSTANTES Y PESOS CORRIENTES

La inflación puede interpretarse como una disminución del poder adquisitivo de la moneda o bien como un encarecimiento en los precios de los bienes y servicios.

Desde el momento mismo en que la inflación está presente en la economía de un país, no puede soslayarse en su efecto distorsionador en las proyecciones de los costos e ingresos cuando un análisis económico es planteado. Por eso se ha discutido ampliamente la conveniencia de realizar las evaluaciones económicas en base a pesos corrientes que considerarán el efecto de la inflación en las proyecciones utilizadas.

Con objeto de dar una mejor idea de la diferencia entre pesos corrientes y peso constantes se ha elaborado la siguiente tabla donde se anotan los resultados de un proceso hipotético.

En este ejemplo una cantidad de dinero A_0 es llevada a futuro (1 año) -- obteniendo una cantidad A_1 equivalente al final del período.

A partir de esta idea básica se supone que el proceso se lleva a cabo en una economía con y sin inflación y a su vez se plantean diversas situaciones -- en cada una de esas condiciones.

El proceso de capitalización utiliza una tasa i y de inflación una tasa \hat{p} . Se contemplan los casos donde i puede ser mayor, igual o menor a \hat{p} .

En la columna 3 se comparan para cada caso los valores numéricos o absolutos de A_0 con A_1 independientemente del poder adquisitivo de cada uno de ellos, los cuales se comparan en la columna 4.

ECONOMIA SIN INFLACION

CASO	ECUACION	VALOR NUMERICO	PODER ADQUISITIVO	PROCESO A:
a) Sin capitalización.		$A_0 = A_1$	$A_0 = A_1$	
b) Con capitalización.	$A_1 = A_0(1+i)^1$	$A_0 < A_1$	$A_0 < A_1$	Pesos constantes

ECONOMIA CON INFLACION

CASO	ECUACION	VALOR NUMERICO	PODER ADQUISITIVO	PROCESO A
a) Sin capitalización.		$A_0 = A_1$	$A_0 > A_1$	
b) Capitalización.	$A_1 = A_0(1+i)^1$	$A_0 < A_1$	$A_0 < A_1$ si $i > \hat{i}$ $A_0 = A_1$ si $i = \hat{i}$ $A_0 > A_1$ si $i < \hat{i}$	Pesos constantes.
c) Capitalización + Inflación	$A_1 = A_0 (1+i)^1 (1+\hat{i})^1$	$A_0 < A_1$	$A_0 < A_1$ si $i > \hat{i}$ $A_0 = A_1$ si $i = \hat{i}$ $A_0 > A_1$ si $i < \hat{i}$	Pesos corrientes

Aclarado lo anterior, se formula una interpretación de cada caso (Ver tabla).

1) ECONOMIA SIN INFLACION

Caso a) No se contempla capitalización (p.ej. se guarda el dinero en casa). Al cabo de un año se tendrá la misma cantidad de dinero con el mismo poder adquisitivo (no hay inflación).

Caso b) Se contempla capitalización.

Al cabo de un año, la cantidad A_1 será mayor a A_0 , así mismo, su poder adquisitivo también es mayor

2) ECONOMIA CON INFLACION

Caso a) Sin capitalización.

Al cabo de un año se tendrá la misma cantidad de dinero, sin embargo el poder adquisitivo de A_1 será inferior al de A_0 por efecto de la inflación.

Caso b) Considerando únicamente capitalización.

En un proceso como el aquí planteado, se emplea un valor actual -- (A_0) y mediante capitalización se proyecta a futuro (A_1).

Es obvio que en este caso, aun cuando en las ecuaciones no se contemple la inflación, ésta estará presente en el proceso.

Cuando las proyecciones se realizan bajo esta condición se estará proyectando en base a pesos constantes.

Al cabo de un año, la cantidad A_1 será mayor a A_0 , sin embargo, en lo que a su poder adquisitivo se refiere, dependerá de la tasa de

inflación presente.

Caso c) Considerando capitalización e inflación.

Cuando en la obtención de las cantidades futuras, además de contemplar capitalización, se considera la inflación, se estarán manejando pesos corrientes.

Al cabo de un año, la cantidad A_1 será mayor A_0 por efecto de la capitalización e inflación (ver ecuación).

En lo referente a su poder adquisitivo, también dependerá de los valores de i e \hat{p} .

En conclusión, podemos decir que los procesos que contemplan la proyección a futuro de una cantidad de dinero considerando únicamente capitalización, independientemente de que exista o no inflación, son llevados a pesos constantes.

Cuando en las proyecciones se contemplan ambas tasas el proceso es realizado a pesos corrientes.

Generalizando tenemos:

$$F = P (1 + i)^n \quad \text{pesos constantes}$$

$$F = P (1 + i)^n (1 + \hat{p})^n \quad \text{pesos corrientes}$$

Desde el momento en que ambos procesos (capitalización e inflación) están dados por una misma base de cuantificación (como % sobre capital), para efectos prácticos podríamos interpretarlos como fenómenos inversos; mientras que la capitalización proporciona mayor poder adquisitivo en el transcurso del tiempo, la inflación lo reduce. Es obvio que dependerá de ambas tasas el ---

que al final se tenga ganancia ($i > \hat{i}$) o pérdida ($i < \hat{i}$) del poder adquisitivo de la cantidad de dinero considerada, o bien, que este permanezca igual ($i = \hat{i}$)

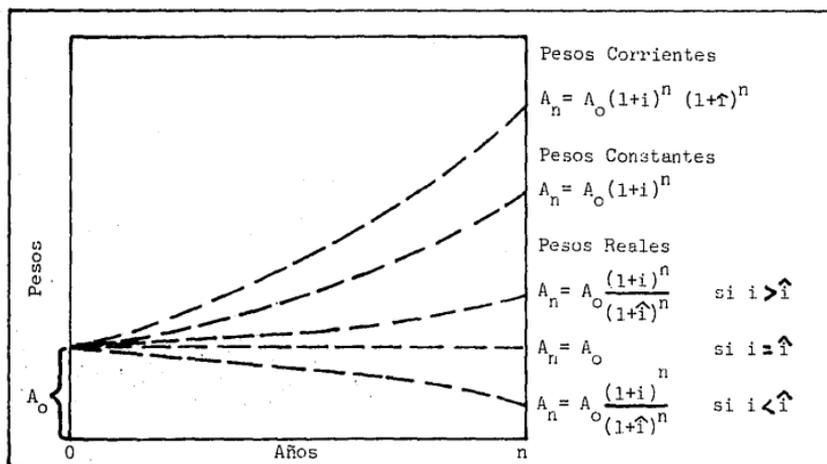
En base a lo anterior puede pensarse en obtener un valor capaz de indicar si se ha obtenido pérdida o ganancia en el poder adquisitivo del dinero a través del tiempo. Esta medición la proporcionan los pesos reales.

$$F = P \frac{(1+i)^n}{(1+\hat{i})^n} \quad \text{pesos reales}$$

Si $i > \hat{i}$, $F > P$ F y P en este caso denotan poder adquisitivo

Si $i < \hat{i}$, $F < P$

En la siguiente figura se describen los procesos anteriores.

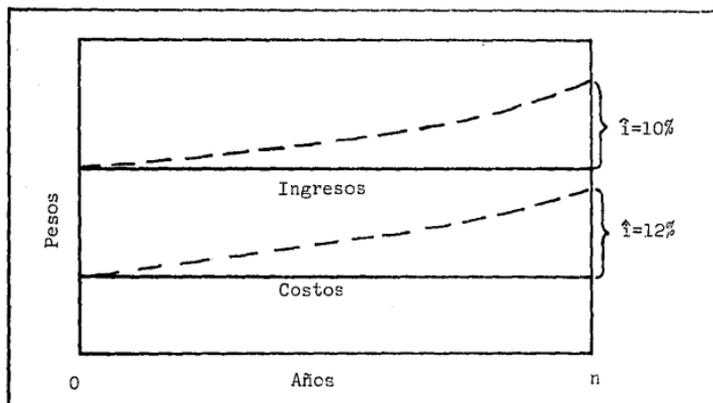


Una aclaración pertinente es en el sentido de que mientras que normalmente al efectuar una evaluación económica se considera fija la tasa de descuento para todos los componentes del flujo de efectivo, con la tasa de inflación esto normalmente no ocurre así.

La inflación no afecta de igual manera todos los componentes del flujo de efectivo. Algunos costos, por ejemplo, sufren aumentos de precio más rápidos que otros y por lo mismo las tasas de inflación serán diferentes en cada uno de ellos.

Si bien los costos experimentan incrementos por efecto de la inflación, sucederá lo mismo con los precios de venta y los ingresos del proyecto.

Precisamente en este punto radica la justificación de emplear pesos -- constantes para la estimación de los costos e ingresos en la evaluación, dado que ambos variarán. Esto será válido bajo el supuesto de que ambas variaciones guarden más o menos la misma relación, tal como se indica en la siguiente figura.



Cuando se asume que las tasas de inflación para costos e ingresos son -- similares, no se hace necesario la sofisticación de introducir el elemento in flacionario ya que habrá una compensación entre ambos conceptos y los resulta dos serán similares en ambos casos (evaluación a pesos constantes y pesos --- corrientes). Esto último ha sido sancionado por la experiencia donde se ha en contrado que ambos resultados no tienen diferencias significativas.

Por otro lado, la inclusión de proyecciones a pesos corrientes no intro duce tal exactitud en los resultados como para justificar el trabajo adicio-- nal, además, estas mismas proyecciones estarán sujetas a incertidumbre dado - el carácter futurista del proceso.

APENDICE B

DESCRIPCION DE VARIABLES

PROGRAMA EVECP

ADX	Período de depreciación de la inversión
NDX	
CAP _j	Capacidad anual de la planta
CCA _j	Costo anual de capital
CDP _j	Costo directo de producción anual
CDV _j	Costo directo de lo vendido
CIA _j	Inversión anual adicional
CIF	Inversión fija total
CIFA _j	Inversión fija anual
CIFDI	Variable a la que se asigna el valor original de CIF
CNP	Capacidad anual a op. normal de la planta
CO _j	Costo anual de operación
COSTPDI	Variable a la que se asigna el valor original de COSTPN
COSTPN	Costo directo de producción anual a op. normal
CP	Capacidad de diseño de la planta
CTA _j	Capital de trabajo anual
CTT	Capital de trabajo total
CU _j	Costo unitario de materia prima y servicios
DAX	Respuesta sobre si se proporcionará el cargo por depreciación anual (si o no)
DEP _j	Cargo por depreciación anual
DESTIR	Desviación estándar de la TIR

DESTVPN	Desviación estándar del VPN
ECMAX	Pronóstico del máximo valor del costo directo de producción anual
ECMIN	Pronóstico del mínimo valor del costo directo de producción anual
ECP	Costo directo de producción promedio
ECPX _j	Pronósticos del costo directo de producción anual para el análisis de riesgos
EGMAX	Pronóstico del máximo valor del gasto de estructura anual
EGMIN	Pronóstico del mínimo valor del gasto de estructura anual
EGP	Gasto de estructura promedio
EGPX _j	Pronósticos del gasto de estructura anual para el análisis de riesgos
EIFX _j	Pronósticos de la inversión fija para el análisis de riesgos
EIMAX	Pronóstico del máximo valor de la inversión fija
EIMIN	Pronóstico del mínimo valor de la inversión fija
EIP	Inversión fija promedio
EPVMAX	Pronóstico del máximo valor del precio de venta
EPVMIN	Pronóstico del mínimo valor del precio de venta
EPVP	Precio de venta promedio
EPVX _j	Pronósticos del precio de venta para el análisis de riesgos
EVP	Volúmen anual de venta promedio
EVVMAX	Pronóstico del máximo valor del volúmen anual de ventas
EVVMIN	Pronóstico del mínimo valor del volúmen de ventas
EVVX _j	Pronósticos del volúmen anual de ventas para el análisis de riesgos
FACTV	Constante que guarda en memoria los factores de insumo por materia prima y los precios de venta de los subproductos

FCAI _{ji}	Factor de descuento
FCAX _j	Factor de descuento
FCCA _j	Factor de descuento
FDEP _j	Factor de servicio para el cargo por depreciación anual
FDEV	Factor de corrección de las ventas brutas por efecto de devoluciones
FE _j	Flujo de efectivo anual
FEA _j	Flujo de efectivo acumulado
FED _j	Flujo de efectivo descontado
FEDA _j	Flujo de efectivo descontado acumulado
FESC _j	Factor de servicio para obtener el costo directo de producción --- anual
FESG _j	Factor de servicio para obtener el gasto de estructura anual
FGF _j	Factor de servicio para obtener el gasto financiero anual
FIA _j	Factor de servicio para obtener la inversión anual adicional
FIFA _j	Factor de servicio para obtener la inversión fija anual
FOI	Factor de corrección de las ventas brutas por efecto de otros ingresos
FR _j	Factor de servicio para obtener el valor de rescate
FVN _j	Factor de servicio para obtener las ventas netas anuales
FY _j	Factor de descuento
GE _j	Gasto de estructura anual
GEN	Gasto de estructura anual a op. normal de la planta
GENDI	Variable a la que se asigna el valor original de GEN
GF _j	Gasto financiero anual

IC	El número total de nuevos valores para el costo directo de producción en el análisis de sensibilidad
IDX	Año en que se inician los cargos por la depreciación
IG	El número total de nuevos valores del gasto de estructura para el análisis de sensibilidad
IN	El número total de nuevos valores de la inversión fija para el análisis de sensibilidad
IP	El número total de nuevos valores del precio de venta para el análisis de sensibilidad
IVV	El número total de nuevos valores del volumen de ventas para el análisis de sensibilidad
KLIN	Periodo que comprende el periodo de gracia y el de la amortización de la deuda
KN	Contador que permite saltar bloques de impresión de resultados -- cuando se evalúa a una nueva tasa de descuento
KV	Contador para la subrutina VENET que permite saltar pasos cuando se repite la ejecución de la subrutina en el análisis de sensibilidad
LIX	Contador para la subrutina DEPREC que proporciona la posibilidad de introducir nuevos cargos por depreciación cuando un análisis de sensibilidad es efectuado
L1	Contador para la subrutina GASFIN que permite saltar un bloque con información ya proporcionada cuando se repite la ejecución de la subrutina
LINX _j	Contadores para la subrutina RECN que permite saltar impresión de resultados
LINZ	Contador que detecta si se requirió o no un análisis de riesgos en la evaluación
LUNZ	Contador que detecta si en una nueva evaluación a una tasa distinta se requiere o no de la impresión de los resultados del caso base
MAT	Periodo de amortización de la deuda
NAPG	Periodo de gracia

NEC XNEC	Número de estimados del costo directo de producción para el análisis de riesgos
NEI XNEI	Número de estimados de la inversión fija para el análisis de riesgos
NFDX NONP	Ultimo período de pago por concepto de depreciación
NGE XGE	Número de estimados del gasto de estructura para el análisis de -- riesgos
NIOP	Año en que inicia operaciones la planta con respecto al horizonte económico de evaluación
NOTA	Variable en la que se asigna un comentario con máx. 130 caracteres
NPV XVP	Número de estimados del precio de venta para el análisis de riesgos
NVV XVV	Número de estimados del volumen de ventas para el análisis de riesgos
NVUP	Horizonte económico de evaluación o último año del proyecto
PERINV	Período de inversión
PEQD	Punto de equilibrio descontado
PRIMI	Período de recuperación de la inversión más intereses
PROD	Nombre del producto
PROY	Nombre del proyecto
PS1 PS2	Precio de venta de los subproductos dados como un % del precio de venta del producto principal
PTA	Nombre de la planta
PV	Precio de venta
PVI	Variable a la que se asigna el valor original de PV
PX _j	Vector donde se guardan los nuevos valores cuando se analiza la -- sensibilidad del proyecto a cambios simultáneos en las variables

R RX	Tasa de descuento (nominal)
R1	Respuesta si se desea repetir la evaluación a una TVC distinta a la original (si o no)
R2	Respuesta si se desea evaluar otro proyecto (si o no)
R3	Respuesta si se desea se impriman los resultados del caso base en la evaluación a otra TVC (si o no)
RAP	Respuesta sobre la realización del análisis de riesgos (si o no)
RDP	Respuesta sobre la introducción de dos estimados por variable (máx. y mfn) para el análisis de riesgos (si o no)
REAS	Respuesta sobre la realización del análisis de sensibilidad (si o no)
REAS1	Respuesta si en la nueva evaluación se requiere un análisis de sensibilidad (si o no)
RED	Respuesta si se repite el bloque de preguntas ya ejecutado (si o no)
RGF	Respuesta sobre la necesidad de crédito externo (si o no)
RNT	Respuesta sobre la alternativa de poner una nota (si o no)
RNSI _j	Rendimiento neto sobre la inversión
RPE	Capital propio de la empresa asignado a la inversión fija
RPG	Respuesta sobre si hay período de gracia (si o no)
RSC	Respuesta si se requiere un análisis de sensibilidad al costo directo de producción (si o no)
RSCM	Respuesta si se requiere un análisis de la sensibilidad a cambios -- simultáneos de las variables (si o no)
RSE	Respuesta si se requiere un análisis de la sensibilidad al gasto de estructura
RSIN	Respuesta si se requiere un análisis de la sensibilidad a la inversión fija (si o no)
RSPV	Respuesta si se requiere un análisis de la sensibilidad al precio de venta (si o no)

RSP	Respuesta si se venderán subproductos (si o no)
RSVVA	Respuesta si se requiere un análisis de la sensibilidad al volumen anual de ventas
RUT _j	Reparto de utilidades a los trabajadores
RZ _k	Factor de insumo de materia prima o servicios
SBPROD	Nombre del subproducto(s)
T	Tasa de impuesto
TIF	Tasa de interés del financiamiento externo (TCC)
TIR	Tasa interna de rendimiento
TIRE	Tasa interna de rendimiento estimada
TIRP	Tasa interna de rendimiento promedio o esperada
TVC TI	Tasa de valor de capital efectiva de la empresa o tasa de descuento
TZ1 TZ2	Relación de unidades de subproducto obtenidas por cada unidad de - producto producida
UB _j	Utilidad bruta anual
UN _j	Utilidad neta anual
UX	Variable en la que se asigna el nombre de la unidad producida (ton, pieza,m3,kg,etc.) con máx. 12 caracteres
VAC _j	Vector donde se guardan los nuevos valores del costo directo de -- producción para el análisis de sensibilidad
VAG _j	Vector donde se guardan los nuevos valores del gasto de estructura para el análisis de sensibilidad
VAI _j	Vector donde se guardan los nuevos valores de la inversión fija -- para el análisis de sensibilidad
VAP _j	Vector donde se guardan los nuevos valores del precio de venta para el análisis de sensibilidad
VARTIR	Varianza de la tasa interna de rendimiento

VARVPN	Varianza del valor presente neto
VAV _j	Vector donde se guardan los nuevos valores del volúmen anual de <u>ven</u> tas para el análisis de sensibilidad
VENTAS	Venta bruta anual a op. normal de la planta
VENTDI	Variable a la que se asigna el valor original de VENTAS
VN _j	Ventas netas anuales
VPN	Valor presente neto
VPNE	Valor presente neto estimado
VPNP	Valor presente neto promedio
VR	Valor de rescate
VT	Valor del terreno
VVA _j	Volúmen anual de ventas
VVN	Volúmen anual de ventas a op. normal de la planta
VVNI	Variable a la que se asigna el valor original de VVN
XIDI _j	Ingresos después de impuesto
XIGDA _j	Ingreso después de considerar el reparto de utilidades a los trabaja <u>dores</u>
XIIGE _j	Impuesto al ingreso global de las empresas (monto)
XIO _j	Ingresos de operación
XIUC	Indice de utilidad del capital
XMAXCD	Inversión máxima descontada
XMOI	Meses de operación en el primer año de operación de la planta

A N E X O 1

LISTADO DEL PROGRAMA EVECP

	GO TO 99	00773
90	PRINT 100	00774
	READ PV	00775
	PV=PV	00776
89	PRINT 9	00777
	READ NVUP	00778
	NV=NVUP	00779
	PRINT 11	00780
	READ NVUP	00781
	PRINT 11	00782
	READ NVUP	00783
	NFX=NVUP-100*1	00784
	NZ=NFX	00785
	PRINT 11	00786
	READ NVUP	00787
	PRINT 12	00788
	READ NVUP	00789
	PRINT 72	00790
	READ 1002, JX	00791
	PRINT 12	00792
	READ NVUP	00793
	PRINT 14	00794
	GO TO 96 JX=JX, NVUP	00795
	PRINT NVUP*(J, JFF)=*	00796
	READ CAP(J)	00797
	IF (CAP(J) .NE. 1.) GO TO 98	00798
	NZ=CAP(J)-1	00799
	NZ=J	00800
	GO TO 97 K=NZ, NVUP	00801
	CAF(K)=NZ	00802
97	CONTINUE	00803
	GO TO 95	00804
98	CONTINUE	00805
95	PRINT 21	00806
	READ 1000, RED	00807
	IF (RED .EQ. 1HS) GO TO 998	00808
262	PRINT 15	00809
	READ V1	00810
	PRINT 16	00811
	READ V1	00812
	PRINT 16	00813
	READ V1	00814
	X=T1/100.	00815
	X=1+X	00816
	K=LOG(X)	00817
	CALL FACTOR	00818
	PRINT 19	00819
	PRINT 20	00820
	READ V1	00821
	VV1=VV1	00822
	PRINT 21	00823
	READ COSTFN	00824
	COSTFDI=COSTFN	00825
	PRINT 22	00826
	READ GEN	00827
	GENDI=GEN	00828
	PRINT 25	00829
	READ 1000, RED	00830
	IF (RED .EQ. 1HS) GO TO 262	00831
	PRINT 23	00832
	CALL ESINV	00833
	CIFDI=CIF	00834
	PRINT 17	00835
	READ DX	00836
	LIX=0	00837
	NBX=DX	00838
	NLNF=N1L*NBX-1	00839

225-12

	CALL GAST	001430
	LI=1	001440
	PRINT 29	001450
	READ 1000,GF	001460
	IF(=GF,ED, 1H) GO TO 32	001470
	PRINT 31	001480
	PRINT 33	001490
	CALL GAST	001500
32	LI=1	001510
	PRINT 24	001520
	CALL VERET	001530
	VENTO1=VENTAS	001540
	PRINT 27	001550
	CALL CJJIP	001560
	PRINT 28	001570
	CALL GAST	001580
	PRINT 35	001590
	CALL LAFV	001600
	DO 157 J=1,NP,NVUP	001610
	IF(=LP(J),EQ, CUSTN) GO TO 260	001620
157	CONTINUE	001630
260	COSTC=CLP(J)+GE(J)+DEP(J)+SFJJ	001640
	IF(=SP,ED, 1H) GO TO 83	001650
	PVE=COSTD/VVN	001660
	GO TO 601	001670
83	FACTA=FACTV*VVN	001680
	PVE=COSTB/FACTA	001690
601	IF(PV,GT, PVE) GO TO 605	001700
	PRINT 600	001710
	PELO*,PV	001720
	PVI=PV	001730
605	PRINT 34	001740
	PRINT 36	001750
	READ 1000,RAF	001760
	IF(=AP,ED, 1H) GO TO 55	001770
	LI=1	001780
	PRINT 57	001790
	PRINT 58	001800
	READ 1000,REP	001810
	IF(=RP,ED, 1H) GO TO 65	001820
264	PRINT 59	001830
	READ*,E1H,X	001840
	PRINT 67	001850
	READ*,E1AN	001860
	PRINT 68	001870
	READ*,E1VH,X	001880
	PRINT 65	001890
602	READ*,E1VH,X	001900
	IF(=VHIN,GT, PVE) GO TO 604	001910
	PRINT 600,PVE	001920
	GO TO 602	001930
604	PRINT 126	001940
	READ*,E1VH,X	001950
	PRINT 130	001960
	READ*,E1VHIN	001970
	PRINT 61	001980
	READ*,E1M,X	001990
	PRINT 71	002000
	READ*,E1MIN	002010
	PRINT 140	002020
	READ*,E1MAX	002030
	PRINT 142	002040
	READ*,E1MIN	002050
	PRINT 20	002060
	READ 1000,RED	002070
	IF(=RD,ED, 1H) GO TO 264	002080

	PRINT 143	002710
	LD 154 J=1, VV	002710
	PRINT*,V(J)	002740
164	READ*,V(J)	002750
151	PRINT 45	002750
	FEED 100, KSE	002770
	IF KSE .EQ. 1HN) GO TO 45	002780
	PRINT 204	002790
	READ*,IG	002800
	PRINT 44	002810
	LD 124 J=1, IG	002820
	PRINT*,V(J)	002830
124	READ*,V(J)	002840
45	PRINT 45	002850
	FEED 100, RSIN	002860
	IF RSIN .EQ. 1HN) GO TO 46	002870
	PRINT 206	002880
	READ*,IN	002890
	PRINT 47	002900
	LD 126 J=1, IN	002910
	PRINT*,V(J)	002920
126	READ*,V(J)	002930
46	PRINT 49	002940
	FEED 100, RSCM	002950
	IF RSCM .EQ. 1HN) GO TO 75	002960
	PRINT 50	002970
	GO 59 N=1, 5	002980
	PRINT*,PX(N)	002990
99	READ*,PX(N)	003000
	PRINT 31	003010
	FEED 100, MED	003020
	IF MED .EQ. 1HS) GO TO 166	003030
75	PRINT 74	003040
	FEED 100, ANT	003050
	IF ANT .EQ. 1HN) GO TO 78	003060
	PRINT 76	003070
	FEED 100, NCTA	003080
76	TVC=TI	003090
	TVC=TVC/100.	003100
	X=1.+TVC	003110
	F=ALOG(X)	003120
	CALL FALOG	003130
	IF (LUNZ .EQ. 1) GO TO 210	003140
	CALL INFEV	003150
	VPNE=VPM & TIME=TIM	003170
	PRINT 802	003180
	IF (V .EQ. 0) GO TO 268	003190
	PRINT 803, TI	003200
	GO TO 270	003210
268	IF (Z .EQ. 1HN) GO TO 270	003220
	PRINT 805	003230
	PRINT 801	003240
	PRINT 806, PRDY, PTL, PRDQ, SRPFDQ, CFP, UX, CNP, UX, XN, V, BX2, T1, CTT, VR, VT	003250
	IF (AGE .EQ. 1HN) GO TO 317	003260
	TSX1=TI*100.	003265
	PRINT 318, NFE, TSX1	003270
317	PRINT 809	003280
	IF (ANT .EQ. 1HN) GO TO 270	003290
	PRINT 810, NCTA	003300
270	PRINT 813	003310
	PRINT 851	003320
	PRINT 815	003330
	PRINT 851	003340
	PRINT 814	003350

	CALL 14	003360
	IF (KX .EQ. 1) GO TO 266	003370
	PRINT 266	003380
	PRINT 267	003390
	PRINT 268	003400
	K=1 & N=4	003410
	CALL EDUFIN	003420
	IF (NVU .EQ. 9) GO TO 266	003430
	PRINT 267	003440
	PRINT 264	003450
	K=10 & N=16	003460
	CALL EDUFIN	003470
	IF (NVU .EQ. 16) GO TO 266	003480
	PRINT 267	003490
	PRINT 260	003500
	K=19 & N=27	003510
	CALL EDUFIN	003520
266	CALL 19P=ES	003530
	IF (PAF .EQ. 1HN) GO TO 210	003540
	CALL ESTAD	003550
	LIP=AP	003560
	COSTP=ECF	003570
	GEN=EGP	003580
	CALL ANLEV	003590
	VKNP=VPN & TIRP=TIR	003600
	CALL PRODX	003610
	PRINT 230	003620
	CIF=CIFCI	003630
	VVN=VVNI	003640
	COSTP=CCSTPDI	003650
	GEN=GENCI	003660
	PV=PVI	003670
	VENTAS=VENTDI	003680
	TIR=0.	003690
210	IF (PEAS .EQ. 1HN) GO TO 250	003700
	IF (LUNZ .EQ. 1) GO TO 260.	003710
	PRINT 219	003720
680	IF (ASPV .EQ. 1HN) GO TO 212	003730
	PRINT 207	003740
	PRINT 252	003750
	PRINT 208	003760
	DD 203 J=1, IP	003770
	PV=VAP(J)	003780
	KV=1	003790
	CALL VENET	003800
	CALL INDEV	003810
	CALL IMP	003820
	CALL IMPRES	003830
203	CONTINUE	003840
	PV=PVI	003850
212	IF (ASVVA .EQ. 1HN) GO TO 214	003860
	PRINT 207	003870
	PRINT 229	003880
	PRINT 208	003890
	DD 205 J=1, IVV	003900
	VVN=VVNI(J)	003910
	CALL VENET	003920
	CALL INDEV	003930
	CALL IMP	003940
	CALL IMPRES	003950
205	CONTINUE	003960
	VVN=VVNI	003970
	VENTAS=VENTDI	003980
214	IF (ASV .EQ. 1HN) GO TO 206	003990
	PRINT 207	004000
	PRINT 221	004010

002510

	DO 207 J=1710	004130
	COSTPN=V*(J)	004140
	CALL INLEV	004150
	CALL IMP	004160
	CALL IMPRES	004170
207	CONTINUE	004180
	COSTPN=COSTPD	004190
220	IF(P=SE .EQ. 1HN) GO TO 223	004100
	PRINT B*7	004110
	PRINT B*3	004120
	PRINT B*6	004130
	DO 209 J=1715	004140
	GEN=V*(J)	004150
	CALL INLEV	004160
	CALL IMP	004170
	CALL IMPRES	004180
209	CONTINUE	004190
	GEN=GENL	004200
230	IF(P=SN .EQ. 1HN) GO TO 245	004210
	PRINT B*7	004220
	PRINT E*7	004230
	PRINT B*8	004240
	DO 211 J=1719	004250
	CAF=V*(J)	004260
	CALL DEFREC	004270
	IF(NGF .EQ. 1HN) GO TO 215	004280
	CALL GASFIN	004290
215	CALL INLEV	004300
	CALL IMP	004310
	CALL IMPRES	004320
211	CONTINUE	004330
	CAF=CAFEL	004340
	CALL DEFREC	004350
245	IF(K=SCM .EQ. 1HN) GO TO 250	004360
	PRINT B*7	004370
	PRINT B*1	004380
	PRINT B*8	004390
	V=PX(1)	004400
	VVN=PX(2)	004410
	COSTPN=PX(3)	004420
	GEN=PX(4)	004430
	CAF=PX(5)	004440
	IF(CAF .EQ. CAFD1) GO TO 217	004450
	CALL DEFREC	004460
	IF(CF .EQ. 1HN) GO TO 217	004470
	CALL GASFIN	004480
217	CALL INLEV	004490
	VPN=VPA & TIR=TX	004500
	CALL IMP	004510
	CALL IMPRES	004520
	IF(PAF .EQ. 1HN) GO TO 246	004530
	CALL EST=U	004540
	CAF=EIF	004550
	COSTPN=ELD	004560
	GEN=EGP	004570
	TIR=O.	004580
	CALL INLEV	004590
	VPN=VPA & TIR=TX	004600
	CALL P=BX	004610
246	PV=FV1 & VVN=VVN1	004620
	COSTPN=COSTPD1 & GEN=GEND1	004630
	CAF=CAF1 & VENT=S=VENTD1	004640
	CALL DEFREC	004650
	TIR=O.	004660
250	PRINT B*3	004670

```

READ 1000,R1
KN=0
IF(=1.EQ.1HN) GO TO 300
KN=1
PRINT 858
READ 1000,T1
PRINT 859
READ 1000,B
IF(=5.EQ.1HS) GO TO 251
LUNZ=1
251 IF(LINZ.NG.1) GO TO 252
PRINT 864
READ 1000,KP
IF(=EAS.EQ.1HN) GO TO 272
PRINT 867
READ 1000,EAS
IF(EAS.EQ.1HN) GO TO 78
PRINT 862
READ 1000,FAS1
IF(=FAS1.EQ.1HN) GO TO 78
GO TO 166
272 PRINT 864
READ 1000,EAS
IF(=EAS.EQ.1HS) GO TO 514
GO TO 78
300 PRINT 864
READ 1000,R2
IF(=2.EQ.1HN) GO TO 310
L1=V-K*F*LUNZ-LINZ=0
CALL BALANCES
GO TO 990
PRINT 862
CALL DATE (FECHA) & CALL TIME (TIEMPO)
PRINT 869,FECHA,TIEMPO
999 CALL EXIT
1 FORMAT(//,PAPA EFECTUAR LA EVALUACION SE LE SOLICITA INFORMACION 005340
1500E//,VENTAS,COSTOS,INVERSION,CAPITAL DE TRABAJO,GASTOS,DEPRECIACION 005350
212STRATIVOS Y OTROS,/// ESTA LISTA PARA PROPORCIONAR ESOS DATOS*,005360
3TB0,///) 005370
2 FORMAT(//,2X,EL PRESENTE PROGRAMA CALCULA LOS PRINCIPALES INDICES 005380
10E EVALUACION ECONOMICA//, 005390
32X,DE PROYECTOS DE INVERSION,SE DETERMINA LO SIGUIENTE:////, 005100
32X,1 EVALUACION DE UNO O MAS PROYECTOS DE INVERSION CONSIDERANDO D:005110
4TUS BASE (CASO BASE)*,///) 005120
52X,ANALISIS DE LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS SIGUIENTES PAR:005130
6METROS,///) 005140
75X,PRECIO DE VENTA*,//, 005150
85X,VOLUMEN ANUAL DE VENTAS*,//, 005160
95X,COSTO DIRECTO DE PRODUCCION*,//, 005170
15X,GASTOS DE ESTRUCTURA (ADMINISTRATIVOS)*,//, 005180
25X,INVERSION FIJA*,//, 005190
35X,CONSERVACION DE ODS O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES*,//, 005200
42X,EFFECTUAR UN ANALISIS DE RIESGOS PARA CADA ALTERNATIVA*,//) 005210
3 FORMAT(//,PROPORCIONE LOS DATOS CONFORME SE LE SOLICITEN*,//, 005220
1* DONDE SE HAN HECHO PREGUNTAS QUE IMPLICAN DECISION LAS OPCIONES 5005230
20N SI O NO*,//) 005240
4 FORMAT(//,25X, DATOS SE ENTRA A LA S DE L PARD Y E C 005250
1T O*,//) 005260
5 FORMAT(//,CLAVE DEL PROYECTO*,TB0,///) 005270
6 FORMAT(//,NOMBRE DE LA PLANTA*,TB0,///) 005280
7 FORMAT(//,PRODUCCION*,TB0,///) 005290
8 FORMAT(//,SUPPORTO*,TB0,///) 005300
9 FORMAT(//,HORIZONTE ECONOMICO DE EVALUACION (MAX 27 AÑOS)*,TSC,///) 005310
10 FORMAT(//,AÑO DE INICIO DE PRODUCCION CON RESPECTO AL HORIZONTE ECONO 005320
INDICIO DE EVALUACION*,TSC,///) 005330

```

005340

11	FORMATO VALOR DE DEPRECIACION DE LA PLANTA (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003300
12	FORMATO CAPACIDAD DE DISEÑO DE LA PLANTA (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003300
13	FORMATO ES POSIBLE QUE AL INICIO DE OPERACIONES LA PLANTA NO TENGA SU CAPACIDAD SUFICIENTE PARA SU VIDA UTIL LLEGAR A UN NIVEL DE PRODUCCION NORMAL (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003300
14	FORMATO PROPORCIONE LA CAPACIDAD DE OPERACION DE LA PLANTA EN LOS ANOS CORRESPONDIENTES (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003300
15	FORMATO VALOR DEL TERRENO (PESOS) (TBO,###)	003400
16	FORMATO VALOR DE RESCATE DE LA PLANTA (PESOS) (TCG,###)	003400
17	FORMATO INDIQUE EL PERIODO (ANOS) DE DEPRECIACION DE LA INVERSION FIJA (TCG,###)	003400
18	FORMATO TASA DE VALOR DE CAPITAL EFECTIVA DE LA EMPRESA (TCG,###)	003400
19	FORMATO NOTA IMPORTANTE: LOS DATOS QUE A CONTINUACION SE SOLICITAN SON RESPONDEN A LA CAPACIDAD DE OPERACION NORMAL DE LA PLANTA (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003500
20	FORMATO VOLUMEN DE VENTA ANUAL (UNIDADES/ANOS) (TCG,###)	003500
21	FORMATO COSTO DIRECTO DE PRODUCCION ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
22	FORMATO GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
23	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
24	FORMATO DESEA SE REPITA LA ENTRADA DE LOS DATOS SOLICITADOS ANTES DE (TCG,###)	003500
25	FORMATO DESEA SE REPITA LA ENTRADA DE LOS DATOS PARA EL ANALISIS (TCG,###)	003500
26	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
27	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
28	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
29	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
30	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
31	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
32	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
33	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
34	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
35	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500
36	FORMATO GASTOS DE ESTRUCTURA ANUAL (PESOS) (TBO,###)	003500
37	FORMATO GASTOS DE INVERSION FIJA (TCG,###)	003500

36	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL GASTO DE PRODUCCION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006090
40	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LA VENTA DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL PRECIO DE VENTA	006090
41	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL GASTO DE PRODUCCION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006090
43	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL GASTO DE PRODUCCION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006090
44	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL GASTO DE PRODUCCION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006090
46	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LA INVERSION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006110
47	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LA INVERSION EN EL CASO DE UNO O MAS DE LOS NUEVOS VALORES DEL COSTO DE PRODUCCION	006110
49	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006150
50	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006170
56	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006240
57	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006250
58	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006300
59	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006330
60	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006410
61	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006440
66	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006460
67	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006470
68	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006490
69	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006510
70	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006520
71	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006570
72	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006590
74	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006610
76	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006620
88	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006630
120	FORMATO DESEAN ANALIZAR LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO A LOS NUEVOS VALORES DE UNO O MAS DE LOS PARAMETROS ANTERIORES	006640

229438

122	FORMATO PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
200	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE GASTO DIRECTO DE PRODUCCION DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
202	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE GASTO ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
204	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
206	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE INVERSION FIJA DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
126	FORMATO PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL VOLUMEN DE VENTAS (UNID/ANO) (TBO,###)	006700
130	FORMATO PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL VOLUMEN DE VENTAS (UNID/ANO) (TBO,###)	006700
131	FORMATO PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO FINANCIERO (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
140	FORMATO PROPORCIONE EL MAXIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
142	FORMATO PROPORCIONE EL MINIMO VALOR DE LOS ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006700
144	FORMATO INDIQUE EL NUMERO DE ESTIMADOS DE VOLUMEN DE VENTA ANUAL DESEEA ANALIZAR (MINIMO CINCO, MAXIMO DIEZ) (TBO,###)	006900
146	FORMATO INDIQUE LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL PRECIO DE VENTA ANUAL DESEEA ANALIZAR (MINIMO CINCO, MAXIMO DIEZ) (TBO,###)	006900
150	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE PRECIO DE VENTA DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006900
152	FORMATO PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL PRECIO DE VENTA (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006900
155	FORMATO DADO QUE LA EVALUACION SE HAGA EN BASE AL TOTAL DE LA INVERSION (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	006900
156	FORMATO INDIQUE LA SENSIBILIDAD DEL PROYECTO AL VOLUMEN DE VENTAS ANUAL DESEEA ANALIZAR (MINIMO CINCO, MAXIMO DIEZ) (TBO,###)	007000
159	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE VOLUMEN DE VENTAS ANUAL DESEEA ANALIZAR (MINIMO CINCO, MAXIMO DIEZ) (TBO,###)	007000
160	FORMATO INDIQUE CUANTOS VALORES DE VOLUMEN DE VENTAS ANUAL DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007000
162	FORMATO PROPORCIONE EL(LOS) NUEVO(S) VALOR(ES) DEL VOLUMEN DE VENTAS ANUAL DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007000
168	FORMATO INDIQUE EL NUMERO DE ESTIMADOS DEL GASTO DE ESTRUCTURA ANUAL (OP. NORMAL) DESEEA ANALIZAR (MINIMO CINCO, MAXIMO DIEZ) (TBO,###)	007100
316	FORMATO (2X, #) CAPITAL PROPIO DE LA EMPRESA (T51, F11, 1, X, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007100
600	FORMATO EL PRECIO DE VENTA EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO ES DE (X, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007100
606	FORMATO EL PRECIO DE VENTA EN EL PUNTO DE EQUILIBRIO ES DE (X, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007100
1000	FORMATO (1, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007200
1001	FORMATO (2, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007200
1002	FORMATO (3, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007200
1003	FORMATO (1, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007200
801	FORMATO (1, #) (PESOS/UNID) DESEEA ANALIZAR (MAX 5) (TBO,###)	007200

BIBLIOGRAFIA

- 1.- A. J. Weinberger, Economic Evaluation of R&D Projects, American Cyanamid Co. 1971.
- 2.- Alain Chauvel, Pierre Leprince et al, Manual of Economic Analysis of Chemical Processes, Institut Francais du Pétrole, Mc Graw-Hill, 1981.
- 3.- Análisis Empresarial de Proyectos Industriales en Países en Desarrollo, Centro de Desarrollo de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos, CEMLA, México, 1972.
- 4.- Arnold Reisman, Managerial and Engineering Economics, Allyn and Bacon Inc. Boston, 1971.
- 5.- Carlos Uriegas Torres, Análisis Económico de Proyectos de Ingeniería, curso, Centro de Educación Continua, Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 6.- C. D. Zinn, W. G. Lesso, " Analyze Risks With This Method ", Hydrocarbon Processing, Diciembre, 1979.
- 7.- F. C. Jelen (editor), Cost and Optimization Engineering, Mc Graw-Hill, New York, 1970.
- 8.- Gerald W. Smith, Engineering Economy, The Iowa State University Press 3a. ed. 1979.
- 9.- Guido Cevidalli, Beno Zaidman, " Evaluate Research Projects Rapidly ", Chemical Engineering, Julio, 1980.
- 10.- Intercom Version 4 Reference Manual, CDC Operating System NOSBE, Control Data Corporation.
- 11.- Ivan V. Klumpar, " Process Economics by Computer ", Chemical Engineering, Enero, 1970.
- 12.- Juan Prawda Witenberg, Métodos y Modelos de Investigación de Operaciones, vol. 2, Modelos Estocásticos, 1a. ed. Limusa, México, 1980.
- 13.- J. C. Turner, Matemática Moderna Aplicada- Probabilidades, Estadística e Investigación Operativa, Alianza Editorial, Madrid, 1974.

- 14.- Max Kurtz, Engineering Economics for Professional Engineers' Examinations, 2a. ed. Mc Graw-Hill, 1975.
- 15.- Modern Cost Engineering- Methods and Data, Chemical Engineering, Mc-Graw-Hill, New York, 1979.
- 16.- Robert E. Megill, Risk Analysis, Petroleum Publishing Company, 1977.
- 17.- Robert W. De Cicco, W. R. Grace, " Economic Evaluation of Research - Projects by Computer ", Chemical Engineering, Junio, 1968.
- 18.- Rodrigo Varela, Punto de Equilibrio Económico Multidimensional, 6o.- Congreso Internacional de Ingeniería de Costos, México, Octubre, 1980.
- 19.- Sergio Carvallo Garnica, Aplicación de la Tasa de Rentabilidad Financiera en Proyectos Agropecuarios, FIRA, Banco de México, 1975.

I N D I C E

Resumen -----	1
Antecedentes -----	2
1. Metodología de análisis económico de proyectos -----	5
1.1 Modelos de flujo de efectivo -----	6
1.1.1 Flujo de efectivo discreto -----	7
1.1.2 Flujo de efectivo continuo -----	7
1.1.3 Flujos de efectivo aplicados a proyectos que involucran procesos químicos -----	8
1.2 Costo y valor de capital -----	10
1.3 Valor-tiempo del dinero -----	12
1.4 Tasa continua aplicada a un flujo de efectivo continuo escalonado uniforme -----	17
1.5 Métodos de evaluación económica de proyectos -----	20
1.5.1 Métodos que no consideran el valor-tiempo del dinero-----	20
1.5.2 Métodos que consideran el valor-tiempo del dinero ---	21
1.5.3 Análisis de técnicas -----	29
1.6 Curvas de flujo de efectivo -----	32
1.6.1 Flujo de efectivo acumulado -----	32
1.6.2 Flujo de efectivo descontado acumulado -----	34
1.7 Análisis de sensibilidad -----	36
2. Modelos matemáticos -----	38
Modelo determinista -----	38
2.1 Formulación del modelo determinista -----	39
2.1.1 Suposiciones básicas de evaluación -----	39
2.1.2 Factores de servicio -----	39
2.1.3 Definición de términos -----	40

2.1.4 Flujo de efectivo -----	44
2.1.5 Flujo de efectivo descontado -----	44
2.1.6 Valor presente neto -----	46
2.1.7 Tasa interna de rendimiento -----	48
2.1.8 Análisis de sensibilidad -----	48
Modelo probabilístico -----	49
2.2 Fundamentos teóricos -----	51
2.2.1 Pronóstico de datos -----	51
2.2.2 Distribución de frecuencias -----	52
2.2.3 Distribución de frecuencia acumulada -----	54
2.2.4 Probabilidad como frecuencia relativa -----	55
2.2.5 Probabilidad formal -----	56
2.2.6 Variable aleatoria y función de probabilidad -----	56
2.2.7 Distribución de probabilidad -----	57
2.2.8 Distribución de probabilidad continua -----	58
2.2.9 Modelos matemáticos para curvas de distribución de - probabilidad -----	59
2.2.10 Ajuste de datos a una curva de probabilidad -----	60
2.2.11 Distribución normal -----	61
2.2.12 Distribución normal de probabilidad de una función - de varias variables -----	65
2.3 Formulación del modelo probabilístico -----	67
2.3.1 Desarrollo matemático del modelo probabilístico -----	72
3. Descripción del programa de computación -----	86
3.1 Descripción del programa de evaluación económica de proyec- tos (EVECP) -----	87
3.1.1 Programa principal -----	89
3.1.2 Descripción de subrutinas -----	95

4.	Evaluación económica de una planta de cumeno -----	113
4.1	Antecedentes-----	113
4.1.1	Estudio del mercado -----	113
4.1.2	Descripción del proceso -----	116
4.2	Bases para la evaluación económica -----	116
4.2.1	Suposiciones básicas de evaluación -----	118
4.3	Estimados de inversión,de ingresos y egresos -----	119
4.3.1	Estimado de la inversión fija -----	119
4.3.2	Gastos financieros -----	120
4.3.3	Estimado de ingresos -----	120
4.3.4	Estimado de egresos -----	121
4.4	Datos para el análisis de sensibilidad -----	122
4.5	Datos para el análisis de riesgos -----	124
4.6	Corrida del programa de computadora -----	125
4.6.1	Listado de resultados -----	125
4.7	Análisis de resultados -----	141
4.7.1	Rentabilidad de la inversión (caso base) -----	141
4.7.2	Efecto de la variación de los estimados en la rentabi- lidad del proyecto -----	144
4.7.3	Resultados del análisis de riesgos -----	148
	Conclusiones -----	152
	Apéndices -----	155
	Apéndice A.- Pesos constantes y pesos corrientes -----	155
	Apéndice B.- Descripción de variables -----	162
	Anexos -----	170
	Anexo 1.- Listado del programa EVECP -----	170
	Bibliografía -----	183