

CENTRO INTERUNIVERSITARIO DE DESARROLLO ANDINO

UNESCO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE CHILE

**SEMINARIO REGIONAL
SOBRE
METODOS MODERNOS DE ANALISIS
DE INFORMACION EN INGENIERIA**

EL COMPUTADOR EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

ECONOMICA; Experiencias en la Universidad del Valle

**Rodrigo Varela V., Ph.D.
UNIVERSIDAD DEL VALLE
DIVISION DE INGENIERIA
Depto. de Información y Sistemas**

Santiago de Chile, abril 1980

Cali, abril 1980

EL COMPUTADOR EN LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA ECONOMICA

"Experiencias en la Universidad del Valle"

Rodrigo Varela V., Ph.D.
Profesor Asociado
Depto. de Información y Sistemas
División de Ingeniería
Universidad del Valle

1. INTRODUCCION

La División de Ingeniería de la Universidad del Valle tiene bajo su orientación curricular planes de estudio en las siguientes Ingenierías: Agrícola, Civil, Eléctrica, Industrial, Mecánica, Química, Sanitaria y un Magister en Ingeniería Industrial y de Sistemas. Adicionalmente orienta Planes de Estudio a nivel de pregrado y posgrado en Administración, Contaduría y Estadística.

Dentro del proceso de desarrollo que ha tenido la Ingeniería, la División ha venido adecuando sus Planes de Estudio en Ingeniería de manera tal que éstos se basen en una conceptualización ingenieril más acorde con el mundo moderno, y en tal sentido ha decidido que en el proceso de formación de sus futuros profesionales debe involucrar además de los aspectos científicos, técnicos y tecnológicos, los aspectos económicos, sociales, administrativos y humanos propios al ejercicio de la Ingeniería. Para tal fin se han venido definiendo dentro de los currículos de todas las Ingenierías franjas en estas áreas.

Una de estas franjas es la de Ingeniería Económica, con la cual se busca dar al estudiante de Ingeniería los elementos conceptuales, metodológicos y operativos que le permitan incluir parámetros y variables económicas y financieras en los procesos de análisis, evaluación y decisión propios de la Ingeniería.

Los objetivos instruccionales básicos, en este momento, son los siguientes:

- a. Utilizar correctamente los principales conceptos y técnicas modernas aplicables al análisis económico de alternativas operacionales y proyectos de inversión bajo condiciones

determinísticas, e interpretar claramente los resultados logrados mediante estas técnicas.

- b. Aplicar los conceptos contables, financieros y tributarios en la evaluación de proyectos de inversión.
- c. Calcular los costos reales de capital prestado y analizar sus efectos en la evaluación económica de proyectos de inversión.
- d. Utilizar las metodologías adecuadas para la aplicación de técnicas cuantitativas en la toma de decisiones de inversión que involucren financiamiento externo.
- e. Utilizar paquetes computacionales que faciliten la ejecución del análisis económico.

En los años sesenta y principios del setenta, este tipo de cursos era muy poco atractivo para los estudiantes de ingeniería, ya que no lograban ubicarlos dentro de los objetivos de su formación, y se les daba un calificativo que reflejaba muy bien la actitud de los estudiantes: "costura".

Durante los años setenta se han dado una serie de acciones que han permitido dinamizar este curso, hacerlo más aceptable, interesante, importante, útil y concordante con los Planes de Estudio, logrando una mejor catalogación en la jerga estudiantil.

El primer evento importante se da en marzo de 1976 cuando se publica un texto en el área (1), el cual además de estar en español y plantear la situación real colombiana en términos de intereses y leyes tributarias está diseñado conceptual y metodológicamente para estudiantes de ingeniería.

Este texto, ha facilitado los procesos de enseñanza y aprendizaje, permitiendo una mayor atención del estudiante al tema expuesto, e incrementando su participación en clase.

El segundo evento iniciado en 1974 y concluido, en su primera etapa, en 1978 consistió en la elaboración de un conjunto de paquetes computacionales que permitieran resolver el tipo de problemas y situaciones que se presentaban en el curso. La descripción de dichos paquetes, su utilización y las ventajas instruccionales que han traído, son el objeto específico de este trabajo.

2. PAQUETES COMPUTACIONALES EN INGENIERIA ECONOMICA

La metodología diseñada para el curso consiste inicialmente en la exposición magistral por parte del profesor de los principios básicos y conceptos teóricos en la forma más clara, simple y precisa posible.

Una vez lograda la comprensión básica de estos aspectos se inicia la formulación de problemas y situaciones para cuya solución el estudiante dispone ya de los conocimientos básicos. Al resolver dichas situaciones, con la participación permanente del estudiante, el profesor debe plantear inquietudes que generen la necesidad de explicaciones más profundas, de mayor contenido teórico y necesariamente más detalladas. Se considera que el análisis, formulación, solución, interpretación y toma de decisiones, en situaciones diversas por parte del estudiante, es fundamental en el proceso de aprendizaje, y por tal motivo hay asignaciones permanentes que se deben realizar individualmente.

La solución de este tipo de problemas, requiere en general un buen número de cálculos, la mayoría de ellos de naturaleza iterativa, razón por la cual surge inmediatamente la conveniencia de disponer de procesos operativos más rápidos que los manuales, que faciliten la solución y permitan dedicar los esfuerzos del analista a la interpretación de los resultados y a la toma de decisiones.

En este sentido se han desarrollado 4 paquetes computacionales para el IBM 1130 y un paquete para un Minicomputador Hewlett Packard.

Estos paquetes son utilizados por los estudiantes durante el curso, de manera tal que logren aprender a manejar y a valorar la conveniencia de dichos paquetes satisfaciendo así uno de los objetivos instruccionales del curso: "la utilización de paquetes computacionales que faciliten la ejecución del análisis económico".

A continuación se describen los propósitos, ventajas y limitaciones de dichos paquetes, y las conclusiones que de la utilización de ellos, por parte de los estudiantes, se han podido deducir.

2.1 FAECO (FActibilidad ECONómica) (2)

2.1.1 Propósito

Este programa ha sido diseñado con el fin de determinar la

la factibilidad económica de cualquier proyecto de inversión dado el diagrama de tiempo que especifica la posición de los flujos positivos y negativos del proyecto (ingresos, egresos) y la tasa mínima de retorno exigida por el inversionista. Como criterios decisorios utiliza los más ampliamente aceptados en la evaluación económica de proyectos: Valor Presente Neto (VPN), Valor Anual Neto (VAN), Valor Futuro Neto (VFN), y Tasa de Retorno (TR).

Para el cálculo de la tasa de retorno utiliza la ecuación de valor presente, la cual se resuelve por uno cualquiera de los siete métodos numéricos previstos.

El programa consta de dos secciones bien definidas:

a. Sección Informativa

En la cual presenta los datos del proyecto: nombre, duración, tasa mínima de retorno (porcentual), valor de mercado, número de ingresos y egresos, ubicación y valor de éstos, rango de búsqueda para la tasa de retorno, error máximo permitido y número máximo de iteraciones permitidas en la determinación de la tasa de retorno, y flujos netos en cada período.

b. Sección de cálculos y decisiones

En la cual calcula los criterios básicos: Valor Presente Neto, Valor Anual Neto, Valor Futuro Neto, Tasa de Retorno y hace el análisis sobre la factibilidad indicando e interpretando la decisión.

Plantea adicionalmente, a voluntad del usuario, el número de iteraciones requeridas y el error logrado, (expresado en valor presente neto) al calcular la tasa de retorno por los distintos métodos numéricos previstos.

2.1.2 Ventajas

Además de determinar la factibilidad económica de proyectos de inversión rápida y eficientemente, el programa permite:

- a. Solucionar secuencialmente cualquier número de proyectos.

- b. Manejar ingresos o egresos que ocurra en el periodo cero.
- c. Leer los datos de manera tal que sólo se alimente información de ingresos o egresos en los periodos en los cuales estos se dan.
- d. Calcular la tasa de retorno de cada proyecto por cualquiera de los siete métodos numéricos previstos: Regula-Falsi, Wegstein, Regula-Falsi con valor medio, Dicotomo secuencial, Newton-Raphson (derivada), Newton-Raphson (polinomio), Fibonacci.
- e. Utilizar en un mismo proyecto varios métodos numéricos, lo cual permite evaluar las tasas de convergencia de ellas.
- f. Obviar problemas de convergencia así:

En caso de que no se logre convergencia dentro del error establecido, en el número de iteraciones previsto, el programa así lo indica y presenta los dos últimos valores utilizados, o los valores de los extremos si la selección de estos fue errónea.

Si no hay convergencia por un método numérico y hay otros previstos, continúa con el nuevo método.

- Si no hay convergencia en un proyecto, y hay más proyectos, continúa el análisis con el siguiente proyecto.

- g. Calcular con uno de los métodos, Newton-Raphson para polinomios, tasas de retorno duales, si estas existen.
- h. Presentar las razones por las cuales el proyecto es factible, interpretando el significado del VPN logrado.

2.1.3 Limitaciones

- a. El programa está dimensionado para manejar problemas en los cuales el número de ingresos o egresos, no exceda a 30. Esta limitación es fácilmente soluble, pero no se ha hecho esperando a adecuarlo totalmente al nuevo equipo.

- b. No dispone de un mecanismo interno que redefina los intervalos de búsqueda para garantizar convergencia de los métodos numéricos.

2.1.4 Conclusiones logradas

Del análisis de un buen número de situaciones se han podido lograr las siguientes conclusiones empíricas:

- a. Los métodos numéricos de mayor velocidad de convergencia, medida en término de número de iteraciones, son Newton Raphson (derivada) y Newton Raphson (polinomio), los cuales en general requieren menos de 5 iteraciones para errores en tasa de retorno del orden de 0.05%.
- b. El mejor punto inicial para estos procesos es la tasa mínima de retorno.
- c. Errores del orden de 0.05% en la tasa de retorno permiten errores en la ecuación de valor presente inferiores a \$1.00 por millón de pesos circulados contablemente durante el proyecto.
- d. Hay una gran tendencia de los estudiantes al "inventar" sus proyectos, de plantear proyectos no factibles. Este resultado, si bien frustrante para su primera corrida, los enfrenta a visualizar los factores positivos y negativos para la factibilidad de un proyecto.
- e. Por facilidad y eficiencia en la programación el método de Newton Raphson (derivadas) se consideró como el mejor y fue la base para los cálculos de la tasa de retorno en los otros programas.
- f. Los estudiantes lograr identificar y asimilar mejor la mecánica decisoria, y el significado de los criterios decisorios.

2.2 MAIA (Métodos para el Análisis Incremental de Alternativas operacionales) (3)

2.2.1 Propósito

Este programa ha sido diseñado con el fin de realizar el análisis

económico completo de alternativas mutuamente excluyentes y que producen exactamente el mismo servicio, pero en las cuales existen diferencias bien sea en el monto de inversión inicial, y/o en el costo de operación y mantenimiento por período, y/o en el valor de mercado, y/o en la vida económica de ellas. En relación a la duración de alternativas, tiene capacidad para analizar las siguientes situaciones:

- a. Igual vida económica, o diferente vida económica bajo el supuesto de reemplazo en condiciones reales.
- b. Diferente vida económica. Análisis mediante el modelo de reemplazo en idénticas condiciones.
- c. Diferente vida económica. Análisis mediante el modelo de reducción de las vidas económicas de las alternativas a la del proyecto.
- d. Diferente vida económica. Análisis mediante el modelo de extensión de las vidas económicas de las alternativas a la del proyecto.

El programa consta en cualquiera de las cuatro opciones anteriores de dos secciones bien definidas:

a. Sección Informativa

En la cual identifica el tipo de problema (a, b, c, d), presenta los datos comunes al análisis (tasa mínima de retorno, error aceptable en el cálculo de la tasa de retorno expresado como valor presente, iteraciones permitidas en el cálculo de la tasa de retorno y el número de alternativas en análisis), imprime los datos propios de cada alternativa (nombre, duración, valor de mercado y egresos incurridos desde el período 0 hasta el período final de cada alternativa), y efectúa los cálculos iniciales para cada alternativa (Costo Presente Equivalente, Costo Anual Equivalente y Costo Futuro Equivalente a la tasa mínima de retorno).

b. Sección de cálculos y decisiones

En esta sección el programa realiza el análisis incremental entre parejas de alternativas. Efectúa las modificaciones

que sean requeridas (en los casos b, c, d), y de acuerdo a éstas recalcula los criterios cuantitativos de cada alternativa, (Costo Presente Equivalente, Costo Anual Equivalente y Costo Futuro Equivalente a la tasa mínima de retorno), presenta el diagrama incremental entre las dos alternativas en comparación, calcula la tasa de retorno incremental (cuando el valor es positivo) y selecciona la mejor alternativa, la cual es comparada con las alternativas subsiguientes, hasta determinar la mejor de todas. Cuando la tasa de retorno incremental es mayor o igual que la mínima imprime su valor, el número de iteraciones efectuadas, y el error obtenido al calcularla, expresado como valor presente. Finalmente se resume la información de la mejor alternativa. Las alternativas deben ser alimentadas en orden creciente de la inversión inicial.

2.2.2 Ventajas

Además de realizar el análisis económico completo de todas las alternativas y el análisis incremental entre ellas rápida y eficientemente, el programa permite:

- a. Solucionar secuencialmente varios problemas, los cuales pueden corresponder a cualquiera de las situaciones indicadas (a, b, c, d).
- b. Realizar los cálculos económicos básicos para situaciones modificadas.
- c. Proveer información sobre la convergencia (iteraciones y error) en el cálculo de la tasa de retorno.
- d. Manejar valores de mercado modificados y costos operacionales adicionales.
- e. Presentar información sobre las diferencias en ingresos y egresos, entre alternativas existentes lo cual ayuda al análisis financiero de estas.
- f. Continuar en el proceso de comparación en el caso de no lograr convergencia en el cálculo de la tasa de retorno.
- g. Eliminar secuencialmente las alternativas inferiores.

2.2.3 Limitaciones

- a. El programa fue dimensionado para manejar un máximo de diez alternativas, a cada una de las cuales se le permite una duración máxima de 20 períodos.
- b. En el caso de reemplazo en idénticas condiciones se dimensionó para un mínimo común múltiplo inferior o igual a 100 para cada pareja.
- c. La extensión máxima de los nombres de los proyectos es 8 caracteres.

Al utilizar los estudiantes este programa se han detectado las siguientes ventajas en el proceso de aprendizaje:

- a. Les permite visualizar mejor los distintos modelos previstos (a, b, c, d) y los requerimientos de información de ellos.
- b. Les permite entender mejor los conceptos de análisis individual y análisis incremental, los esquemas y criterios decisorios.
- c. Les permite comprender la importancia de definir clara y lógicamente el modelo a utilizar.
- d. Les permite asimilar mejor el procedimiento de solución e interpretación de resultados y toma de decisiones.

2.3 MAII (Métodos para el Análisis Incremental de Proyectos de Inversión) (4)

2.3.1 PROPOSITO

Este programa ha sido desarrollado con el fin de realizar la evaluación económica de proyectos de inversión bien sea que estos sean mutuamente excluyentes o independientes, pero en los cuales existen diferencias bien sea en el monto de la inversión original, y/o en la vida económica, y/o en los ingresos y egresos por período.

Existen cuatro clases de problemas en la evaluación económica de proyectos de inversión:

- a. Igual vida económica y mutuamente excluyentes.
- b. Igual vida económica e independiente.
- c. Diferente vida económica y mutuamente excluyentes.
- d. Diferente vida económica e independiente.

El programa consta en cualquiera de las cuatro opciones anteriores de dos secciones muy bien definidas:

a. Sección Informativa:

Identifica el tipo de problema en análisis (a, b, c, d). Presenta los datos comunes al análisis (tasa mínima de retorno, error aceptable al calcular la tasa de retorno expresado como valor presente, iteraciones permitidas en el cálculo de la tasa de retorno, número de proyectos de inversión en estudio).

Imprime los datos propios de cada proyecto (nombre, duración, valor de mercado, ingresos, egresos y flujo neto por período, desde el período cero hasta el final de cada alternativa). Efectúa los cálculos iniciales para cada proyecto (Valor Presente Neto, Valor Anual Neto, Valor Futuro Neto, Tasa de Retorno, iteraciones requeridas y error cometido al calcular la tasa de retorno).

b. Sección de Cálculos y Análisis

Esta sección del programa determina el mejor proyecto de inversión, en el caso de ser alternativas mutuamente excluyentes, o la mejor combinación de proyectos en el caso de ser alternativas independientes.

Para este fin en el caso "a" realiza el análisis incremental por parejas entre los proyectos cuya tasa de retorno es superior a la mínima, calcula tasa de retorno incremental y selecciona la mejor alternativa, la cual es comparada con las alternativas siguientes hasta determinar la mejor de todas. Cuando la tasa de retorno incremental es mayor o igual a cero imprime su valor, el número de iteraciones efectuadas y el error obtenido al calcularla, expresado como valor presente. Además selecciona el mejor proyecto con base en VPN, VFN y VAN. En el caso "c" realiza la selección usando el Valor Presente Neto y el Valor

Futuro de los Flujos de Fondos. Para el análisis incremental establece comparación por parejas usando el Valor Futuro Modificado y calculando la Tasa de Crecimiento, con base en la cual selecciona la mejor alternativa y continúa las comparaciones hasta determinar la mejor. En los casos "b" y "d" se basa en los Valores Presentes Netos y los requerimientos y disponibilidades iniciales de dinero, y mediante un procedimiento heurístico determina la combinación óptima de proyectos que maximiza el VPN total.

2.3.2 VENTAJAS

Además de realizar la evaluación económica completa de todos los tipos de proyectos de inversión y permitir el análisis incremental entre ellos rápida y eficientemente, el programa permite:

- a. Resolver secuencialmente problemas, los cuales pueden corresponder a cualquiera de las situaciones indicadas (a, b, c, d).
- b. Proveer información sobre la tasa de convergencia (iteraciones y error) en el cálculo de las tasas de retorno.
- c. Presentar información sobre las diferencias en ingresos y egresos, entre las alternativas existentes lo cual ayuda al análisis financiero de éstas.
- d. Permitir leer los ingresos y egresos de todos los períodos sin necesidad de alimentar ceros para los períodos en los cuales no existen.
- e. Continuar en el proceso de comparación en el caso de no lograr convergencia en el cálculo de la tasa de retorno.
- f. Eliminar secuencialmente las alternativas inferiores.
- g. Determinar mediante un procedimiento de ramificación y Acote (branch and bound) la solución óptima en el caso de proyectos independientes, dando una solución computacionalmente eficiente al problema de programación 0-1 correspondiente.
- h. Calcular criterios con reinversión como el Valor Futuro de los Flujos de Fondos y la Tasa de Crecimiento Incremental.
- i. Utilizar como restricción en el análisis de proyectos independientes el dinero disponible en el período cero.

2.3.3 LIMITACIONES

- a. Las alternativas deben ser alimentadas en orden creciente de la inversión inicial.
- b. El programa fue dimensionado para manejar un máximo de 10 alternativas a cada una de las cuales se le permite una duración máxima de 20 periodos. La extensión máxima de los nombres de los proyectos es 8 caracteres.
- c. No tiene mecanismos para calcular varias tasas de retorno si estas existen.

2.3.4 CONCLUSIONES

Al utilizar los estudiantes este programa se han detectado las siguientes ventajas en el proceso de aprendizaje:

- a. Les permite establecer mejor las diferencias entre alternativas que le producen el mismo servicio, (Alternativas Operacionales, objeto de MAIA) y las alternativas que producen diferente servicio (Proyectos de Inversión, objeto de MAII).
- b. Les permite aclarar totalmente los conceptos de análisis individual y análisis incremental.
- c. Les permite entender las limitaciones que algunos criterios decisorios tienen en el caso de diferentes vidas económicas.
- d. Les permite asimilar mejor los procedimientos de solución, interpretación de resultados y de toma de decisiones.
- e. Les permite aclarar la diferencia entre proyectos mutuamente excluyentes y proyectos independientes.
- f. Les permite entender mejor los criterios con reinversión, su cálculo, su significado y su aplicación.

2.4 SENSE (SENsibilidad SEncilla) (5)

2.4.1 PROPOSITO

Este programa, de índole conversacional y montado en el mini-

computador Hewlett Packard, permite determinar la factibilidad económica de proyectos de inversión sencillos, y realizar el análisis de sensibilidad global de los indicadores fundamentales a cambios porcentuales favorables o desfavorables en los parámetros básicos. Como indicadores de factibilidad utiliza los más conocidos y comunmente utilizados: Valor Presente Neto (VPN), Período de Pago (PP), Período de Pago Descontado (PPD), y Tasa de Retorno Descontada de los Flujos de Fondos (TRDFF).

Tiene dos tipos de entradas:

- a. Entrada Corta: Aplicable a situaciones en las cuales se alimentan directamente los flujos de fondos y las inversiones netas (similar a FAECO).
- b. Entrada Larga: Aplicable a situaciones en las cuales se alimentan ingresos brutos o inversiones brutas, y es necesario transformar la información, considerando los efectos tributarios, de manera tal que se disponga de flujos de fondos y de inversiones netas.

El programa en cualquiera de las dos entradas consta de las siguientes secciones:

- a. Sección Informativa:

En la cual presenta los datos del proyecto, tipo de entrada, duración, tasa mínima de retorno, método de depreciación, número de iteraciones y error máximo permitido en el cálculo de la tasa de retorno, Inversiones en equipo, capital de trabajo o tierra, y descontables, utilidades brutas, tipos de cambios y factor de cambio para el análisis de sensibilidad.

- b. Sección de Cálculos y Análisis

En la cual calcula los flujos netos para cada período y los criterios básicos: Valor Presente Neto, Período de Pago, Período de Pago Descontado y Tasa de Retorno Descontada de los Flujos de Fondos.

Indica adicionalmente el número de iteraciones requeridas para el cálculo de la Tasa de Retorno y el error expresado como Valor Presente.

c. Sección de Análisis de Sensibilidad

En la cual de acuerdo a la decisión del usuario realiza cambios favorables o desfavorables globales en porcentajes definidos por el usuario, repite las partes "a" y "b". Secuencialmente puede realizar tantos Análisis de Sensibilidad como se deseé.

2.4.2 VENTAJAS

Además de permitir la evaluación económica de los proyectos, y calcular indicadores de factibilidad en una forma rápida y eficiente, el programa permite:

- a. Interactuar el usuario y la máquina.
- b. Utilizar dos sistemas de depreciación (Línea Recta y Balanza doble declinante) en la entrada.
- c. Calcular impuestos, utilidades líquidas y flujos de fondos netos.
- d. Manejar inversiones descontables.
- e. Resolver secuencialmente cualquier número de problemas.
- f. Analizar el efecto en el criterio decisorio de variaciones globales en los parámetros.
- g. Determinar por métodos secuenciales el porcentaje de variación de los parámetros económicos que lleva el proyecto al nivel de indiferencia, sin necesidad de volver a alimentar la información inicial.

2.4.3 LIMITACIONES

- a. Solo permite una inversión depreciable y en la posición cero.
- b. Solo permite una inversión descontable de otros ingresos y en la posición cero.
- c. Solo permite una inversión recuperable al final de la vida del proyecto (capital de trabajo y/o tierra) y en la posición cero.

- d. No permite incluir deducciones por agotamiento, amortización y diferidos, ni permite considerar los efectos del dinero prestado.
- e. La sensibilidad en cada iteración es global, o sea que está definida porcentualmente para todos los parámetros en conjunto.
- f. No dispone de una subrutina que determine directamente el porcentaje de variación global que origina un nivel de indiferencia con respecto a la inversión.
- g. El período de depreciación debe ser igual o menor que la vida del proyecto.

2.4.4 CONCLUSIONES

Al utilizar los estudiantes este programa, se han detectado las siguientes ventajas en el proceso de aprendizaje:

- a. Les permite visualizar el efecto tributario en las decisiones de inversión.
- b. Les permite captar el significado e importancia del Análisis de Sensibilidad en la toma de decisiones de inversión.
- c. Les aclara totalmente la idea del nivel de indiferencia, y por el proceso secuencial les permite visualizar la trayectoria de la función criterio decisorio en términos de los cambios porcentuales de los parámetros económicos.
- d. Les da un acceso más rápido a un sistema computacional para problemas de esta área. Esta limitante se obviará prontamente al adquirirse un nuevo equipo con pantallas que dará acceso directo a todos los paquetes.

2.5 EVAP (EVAluador de Proyectos) (6)

2.5.1 PROPOSITO

Este programa ha sido desarrollado con el fin de poder realizar rápida y eficientemente la evaluación económica después de impuestos de proyectos de inversión complejos, partiendo de

los datos básicos y realizando internamente todos los cálculos necesarios para lograr los flujos de fondos totalmente netos de cada período, los valores de los criterios decisorios más usados, y posteriormente realizar el Análisis de Sensibilidad Unidimensional o Multidimensional usando en el último caso porcentajes de variación iguales o diferentes en cada variable.

El programa consta de tres secciones bien definidas:

a. Sección Informativa:

En esta sección realiza la lectura de la información básica y presenta todos los datos básicos del proyecto en consideración.

b. Sección de Cálculo y Análisis

En la cual ejecuta todos los procesos de cálculo (determinación de ingresos, costos operativos, costos financieros, depreciaciones, amortizaciones, agotamiento, impuestos, utilidad neta, flujo de fondos, pagos de capital, flujos de fondos netos, deuda remanente, inversiones después de impuestos, valores de mercados después de impuestos, flujo de fondos totalmente netos), y realiza la evaluación económica usando como criterios los más comúnmente aceptados en la literatura técnica (Tasa de Retorno Descontada de los Flujos de Fondos, Valor Presente Neto y Período de Pago Descontado).

c. Sección de Sensibilidad

En ella realiza la(s) modificación(es) indicadas en las distintas variables y determina las variaciones del criterio decisorio.

2.5.2 CAPACIDADES

El programa está diseñado para manejar situaciones complejas, sujetas a la ley tributaria colombiana. Sus características y alcances básicos son:

a. Permite el análisis de dos tipos de situaciones:

- i. Entrada Corta: Casos en los cuales los flujos de fondos y las inversiones del proyecto son conocidas, y lo que se desea es realizar la evaluación ó determinación de los criterios decisorios básicos y el Análisis de Sensibilidad de los criterios a variaciones en algunas de las variables usadas como datos. En este caso el programa considera que las cifras están dadas después de impuestos, ó que la evaluación se va a realizar antes de impuestos.
 - ii. Entrada Larga: Casos en los cuales se tiene información básica (unidades vendidas, precio unitario de venta, costo unitario de producción, inversiones etc.), y hay necesidad de transformar estos datos en flujos de fondos y en inversiones después de impuestos, para así llegar a los flujos de fondos totalmente netos, a realizar la evaluación económica del proyecto en base a los criterios ya mencionados, y posteriormente efectuar un Análisis de la Sensibilidad de los criterios económicos a variaciones en los valores de alguno ó algunos de los datos básicos.
- b. Permite la selección de una de las opciones siguientes referentes a las convenciones de ingreso y egreso de dinero, y de tipo de intereses.
- i. Intereses discreto, convención final del período.
 - ii. Intereses contínuo, convención final del período.
 - iii. Intereses contínuo, convención durante el período.
- c. Permite manejar tantas inversiones depreciables por año como se necesiten usando en cada una de ellas uno cualquiera de los seis sistemas de depreciación previstos, con períodos de depreciación diferentes, que pueden terminar antes, en él, ó después del final de la vida económica del proyecto. Los valores de mercado se manejan al final de la vida del proyecto, y se hace la comparación contra los valores en libros para definir si hay pérdida de bienes ó ganancia, y calcular en cualquiera de los dos casos el valor de mercado después de impuestos. Las depreciaciones se empiezan a tomar en el período inmediatamente siguiente al período de adquisición. Están previstos seis métodos de depreciación: Línea Recta (LR), Balanza Doble Declinante (BDD), Suma de Año Dígitos (SAD),

Unidades Producidas (UP), BDD cambiando a LR y Tasas Variable (40% - 40% - 20%).

- d. Permite manejar tantos fondos prestados por año como se necesiten, considerando para cada uno de ellos sus propias tasas de intereses, períodos de gracia de amortización de la deuda, y años para amortizar la deuda. No hay limitante en la ubicación de estos fondos, y la única restricción es que la amortización de capital se realiza internamente en cuotas a capital iguales.
- e. En la entrada larga existen dos métodos para los ingresos y egresos brutos.
 - i. Alimentar las unidades vendidas, los precios y costos unitarios, los cuales pueden ser diferentes para todos y cada uno de los períodos.
 - ii. Alimentar directamente los ingresos brutos y los costos totales, los cuales también pueden ser diferentes para todos y cada uno de los períodos.
- f. Manejar solo una inversión en tierra, (que puede ocurrir en cualquier período) suponiendo que no es depreciable, considerando un valor de mercado al final del proyecto, ajustando el valor en libros de acuerdo a la reforma tributaria, y calculando los pagos ó ahorros de impuestos que ocurren al venderla, ó sea llegando igual que en el caso de las inversiones depreciables a un valor de mercado después de impuestos.
- g. Maneja solo una inversión agotable, (que puede suceder en cualquier período del proceso de construcción ó instalación). Calcula internamente agotamiento por costo, agotamiento porcentual, (lo compara con el límite permisible), y de éstos selecciona la mayor deducción. Considera el concepto de factor de continuidad.
- h. Maneja solo una inversión amortizable (que puede ocurrir en cualquier período), y hace los cálculos de la deducción de amortización para los cinco períodos siguientes en partes iguales.
- i. Maneja tantos capitales de trabajo como sean necesarios, bajo el supuesto de completa recuperación de ellos al final del proyecto.
- j. Maneja "tantos gastos" (inversiones descontables) de la fase de

de construcción como sea necesario, y supone que existen otras fuentes de las cuales se pueden descontar dichos gastos, y lograr las deducciones tributarias pertinentes. Calcula pues los impuestos ahorrados y determina la inversión neta después de impuestos.

- k. En todos los períodos supone que existen fuentes de las cuales se pueden descontar todos los egresos, y dá los beneficios tributarios correspondientes a dicho período.
- l. Analiza primero el proyecto con fondos propios y luego con la financiación prevista, lo cual permite apreciar el efecto de la palanca financiera, y la conveniencia ó no de usar dinero prestado.
- ll. Permite realizar el Análisis de Sensibilidad del proyecto a una ó varias variables, usando para cada una de ellas porcentajes de variación con respecto al valor original, que pueden ser diferentes.
- m. Este Análisis de Sensibilidad se puede repetir tantas veces como sea necesario en un mismo proyecto, pero siempre sobre los valores originales.
- n. Se puede manejar tantos proyectos como se deseen.

2.5.3 LIMITACIONES

Las limitaciones principales son:

- a. Está estructurado para una duración máxima de 20 períodos.
- b. El momento en el cual se inicia la producción se denomina período cero (0). Los períodos de la etapa de construcción debe identificarse como negativos y los de la etapa de producción como positivos.
- c. Cuando se alimentan costos unitarios, éstos deben involucrar los fijos y los variables.
- d. Los pagos de capital tienen que ser en cuotas iguales.

- e. Las leyes tributarias se suponen estables durante la vida del proyecto, y la tasa de impuestos es independiente de la renta gravable (caso sociedades.)
- f. En los procesos de revalorización de la tierra se usa una tasa del 8% anual.
- g. En el análisis de sensibilidad, no permite modificaciones de la vida del proyecto. Para hacerlo hay necesidad de alimentar otro problema.

2.5.4 INFORMACION GENERADA

Además de los datos propios del proyecto, genera la siguiente información en el caso de la Entrada Larga:

- a. Valor de mercado de la tierra después de impuestos.
- b. Monto de las inversiones descontables después de impuestos.
- c. Intereses, pagos de capital y saldo de cada préstamo en cada período.
- d. Intereses totales y pagos totales de capital por el (los) préstamo (s) en cada período.
- e. Depreciación y valor en libros durante cada período de cada inversión depreciable.
- f. Depreciación total durante cada período del total de inversiones depreciables.
- g. Valor del mercado después de impuestos de todas las inversiones depreciables.
- h. Ingresos brutos y costos totales de operación durante cada período.
- i. Amortización total durante cada período.
- j. Utilidad gravable antes de agotamiento, agotamiento y utilidad gravable durante cada período.

- k. Impuestos, utilidad neta, pagos a capital y flujo de fondos durante cada período.
- l. Flujo de fondos totalmente neto durante cada período.
- ll. Tasa de Retorno Descontada de los Flujos de Fondos (TRDFF), Valor Presente Neto a la tasa mínima (i^*) en el punto cero, Período de Pago Descontado a i^* .

El número de iteraciones requeridas para converger a TRDFF y el error cometido expresado como valor presente en el punto cero.

- m. Variables que serán cambiadas y porcentajes de variación de cada uno de ellos con respecto a su valor original, el valor de los flujos de fondos totalmente netos y de los criterios decisorios bajo estas variaciones.

2.5.5 CONCLUSIONES

Al utilizar este programa los estudiantes se han detectado las siguientes ventajas en el proceso de aprendizaje:

- a. Les permite visualizar el efecto de los aspectos tributarios en la evaluación de proyectos en toda su magnitud. La incidencia de los métodos de depreciación, de las deducciones de agotamiento, amortización y diferidas, de las inversiones descontables, de los procesos de revalorización, etc.
- b. Les permite captar el esquema total del cálculo de los flujos de fondos netos, de las inversiones netas y de los flujos de fondos totalmente netos.
- c. Les permite visualizar el efecto del dinero prestado en la rentabilidad del proyecto, su efecto de apalancamiento; y el efecto del costo de capital, y de los períodos de gracia.
- d. Les permite captar los alcances totales de la metodología del Análisis de Sensibilidad, tanto a nivel unidimensional como multidimensional y en este último caso les permite visualizar el efecto de porcentajes diferentes en cada uno de los 21 parámetros económicos sujetos a cambio.

- e. Les permite globalizar en este programa el conjunto de conocimientos adquiridos durante el curso y aprender a manejar un paquete de aplicación directa en cualquier situación empresarial de evaluación de proyectos.
- f. A los estudiantes del Magister, más familiarizados con el problema de riesgo, les da oportunidad de comprender la importancia de los pronósticos y estimados de los parámetros económicos y visualizar mejor la necesidad de métodos más sofisticados para el análisis de situaciones de inversión bajo riesgo.

3. CONCLUSIONES

En adición a las conclusiones específicas indicadas sobre cada paquete computacional, es posible presentar de la experiencia personal con grupos de estudiantes de Ingeniería Química, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Mecánica, Ingeniería Industrial y Magister en Ingeniería Industrial y de Sistemas de la Universidad del Valle que han tenido acceso a los programas, y grupos estudiantiles de la Universidad del Valle, de la Universidad Industrial de Santander, de Colorado School of Mines y de grupos de profesionales en educación continuada que no han tenido acceso a los programas, los siguientes cambios en el desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

- a. La posibilidad de usar los programas genera per-se una mayor motivación e interés en el curso.
- b. Los grupos con acceso a los programas, rápidamente manifiestan mayor disposición a enfrentar problemas más grandes, con mayor índice de dificultad, los cuales les permiten visualizar con mayor profundidad las interacciones entre las variables y no depender de esquemas simplistas poco aplicables en el mundo real.
- c. Los grupos con acceso a los programas logran captar más rápidamente la mecánica operativa asociada con los distintos análisis pues los informes producidos por el computador describen detalladamente el proceso seguido.
- d. Por ser los programas bastantes descriptivos en sus informes y proveer las decisiones requeridas, los grupos estudiantiles con acceso a ellos captan más rápidamente el proceso decisorio utilizado y la importancia de la norma o criterio de aceptación y rechazo.

- e. El disminuir el esfuerzo en la parte operativa, permite a los grupos con acceso a los paquetes, una mayor dedicación a la interpretación de los resultados y a la toma de decisiones.
- f. Los grupos estudiantiles que tienen acceso a los paquetes, sienten que sus cursos de programación y análisis numérico son útiles, ya que se pueden usar "aún en cursos de Economía", lo cual los motiva no sólo hacia el curso de Ingeniería Económica, sino también que empiezan a averiguar por los métodos numéricos y las técnicas de programación utilizadas.
- g. La velocidad de solución de problemas es mayor en los grupos que tienen acceso a los paquetes, y en general el rendimiento académico es superior.

Vale la pena adicionar que muchos de los estudiantes después de graduados, han vuelto a la Universidad para utilizar estos paquetes en labores propias de su empleo profesional.

El análisis de esta experiencia, ha sido a todas luces positivo tanto desde el punto de vista de estudiante que ha realizado los cursos con mayor motivación, generando una clase más activa por su participación y logrando una mayor asimilación de conocimientos, como del profesor que ha sentido el ascenso de su materia a nivel estudiantil, ha tenido que profundizar en sus conocimientos y ha podido con la ayuda de estos paquetes realizar servicios de Asesoría y Consultoría.

Los planes futuros en el área están orientados al montaje de paquetes computacionales para el curso de Ingeniería Económica Avanzada, en el cual se trata fundamentalmente la Evaluación Económica de Proyectos en ambientes estocásticos, y se tiene previsto desarrollar los siguientes paquetes:

- I. PROYE. A partir de un presupuesto de ventas y unas políticas de inventarios, cartera y producción, generar los presupuestos de producción, compras, ingresos, costos, préstamos etc., utilizando para ellos los estados de Pérdidas y Ganancias, el Balance General y el Flujo de Caja, para finalmente calcular las inversiones netas, los flujos netos y determinar la factibilidad del proyecto.

- II. ANPRO Análisis de proyectos de inversión en los cuales los parámetros económicos siguen distribuciones probabilísticas normales.
- III. LOGNOR Análisis de proyectos de inversión en los cuales los parámetros económicos siguen distribuciones probabilísticas log-normales.
- IV. PARAMER Análisis de proyectos de inversión mediante el método del Parámetro (7).
- V. SIMUEV Análisis de proyectos de inversión usando simulación Montecarlo.
- VI. PEE Determinación del Punto de Equilibrio Económico (8) Unidimensional.
- VII. PEEM Determinación de las curvas de indiferencia en problemas multidimensionales de evaluación de proyectos.

4. REFERENCIAS

1. Varela V. Rodrigo. "Evaluación Económica de Alternativas Operacionales y Proyectos de Inversión" Universidad del Valle, División de Ingeniería, Tercera edición, 1980.
 2. Varela V. Rodrigo. "Manual de Usuario FAECO" Universidad del Valle, División de Ingeniería, 1975.
 3. Varela V. Rodrigo. "Manual de Usuario MAIA," Universidad del Valle, División de Ingeniería, 1975.
 4. Varela V. Rodrigo. "Manual de Usuario MAII" Universidad del Valle, División de Ingeniería, 1976.
 5. Varela V. Rodrigo. "Manual de usuario SENSE" Universidad del Valle, División de Ingeniería, 1976.
 6. Varela V. Rodrigo. "Manual de usuario EVAP" Universidad del Valle, División de Ingeniería, 1977.
 7. Cooper D.O., Davidson L.B. "El método paramétrico para análisis de riesgo." Chemical Engineering Progress 55, Nov. 1976.
 8. Varela V. Rodrigo. "Punto de Equilibrio Económico", V Congreso de Ingeniería Industrial y Administrativa. Medellín, octubre de 1978.
-