

11
2ej



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

FALLA DE ORIGEN

LA OPTIMIZACION DE PROYECTOS DE PRESUPUESTO
DE CAPITAL MEDIANTE EL METODO DE
PROGRAMACION DINAMICA

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

A C T U A R I O

P R E S E N T A:

ANGELICA MINERVA BENITEZ GARCIA

CIUDAD DE MEXICO. 1991.



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.

INDICE

	PAG.
I. INTRODUCCION.....	1
II. ANTECEDENTES.....	3
II.1) ORIGEN Y CONCEPTO DE PRESUPUESTO.....	12
II.2) IMPORTANCIA Y OBJETIVO DEL PRESUPUESTO DE CAPITAL.....	15
III. DECISION EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION.....	21
III.1) LA GENERACION DE PROYECTOS.....	22
III.2) CRITERIOS DE EVALUACION.....	24
III.3) COMPARACION ENTRE VAN y TIR	35
IV. TASAS DE INTERES.....	39
V. MODELO DE PROGRAMACION DINAMICA.....	46
V.1) PROBLEMA DE APLICACION.....	60
VI. CONCLUSIONES.....	68
BIBLIOGRAFIA.....	72

L I N T R O D U C C I O N

La utilidad ha sido, es y seguirá siendo una de las más apasionantes preocupaciones en el campo de los negocios, especialmente para el inversionista, gerente, director, etc., que buscan la remuneración de su capital invertido o del que ha sido puesto en sus manos.

El aumento progresivo de la población y la industrialización de los países en desarrollo, alcanzada hasta nuestros días, presentan problemas muy variados y complejos, que tienen una influencia inmediata y directa sobre la utilidad.

Este desarrollo industrial ha requerido la sistematización de sus actividades en todos los aspectos, como medio para su desarrollo sobre bases que ofrezcan mayor probabilidad de éxito.

La idea de previsión en este terreno no es una novedad de nuestra época, desde los albores de la civilización ha quedado memoria de ella; sin embargo, su evolución es reciente o, mejor dicho, arranca del siglo en que vivimos.

Cada día cobra mayor valor e importancia la planeación y control sistemático de las operaciones para el mejor aprovechamiento de los elementos que ocurren en la producción y distribución.

Al analizar el significado y trascendencia del presupuesto del capital, nos surgió la idea de tratar en este trabajo la conveniencia de su aplicación mediante técnicas de programación matemática, las cuales sirven como medio más eficiente para la coordinación y control de las operaciones y, consecuentemente, de los resultados.

Cabe destacar, que actualmente la base del éxito de muchas empresas radica en la capacidad del director, quien tendrá que valerse de todos los medios para el logro de los objetivos fijados; motivo por el cual un instrumento eficaz de apoyo trascendental en la Administración Financiera es el Presupuesto de Capital.

II. ANTECEDENTES

En los últimos años, México ha vivido la época de mayor turbulencia económica de su historia postrevolucionaria. La devaluación de 1976, el boom petrolero de 1979-1981, la espiral de la deuda externa entre 1979 y 1982, las tres devaluaciones de 1982, la introducción del control de cambios y la nacionalización de la banca en el mismo año, el crack petrolero de 1983, las sucesivas renegociaciones de la deuda externa en 1983, 1984 y 1985, el terremoto de 1985, la decisión de entrar al GATT durante el mismo año, el colapso del precio del petróleo en los mercados internacionales, así como el mayor boom accionario, no sólo México, sino de cualquier país en cualquier época, que se presentó en 1987; lo que aunado a la inflación, las tasas de interés y la depreciación del tipo de cambio, generaron una incertidumbre en la economía mexicana. Para revertir dicho proceso y controlar las variables macroeconómicas se firmó el pacto de solidaridad económica, entre otros eventos y procesos que han tenido repercusiones y consecuencias para nuestra vida económica y financiera que todavía tratamos de explicar, es por ello que hacemos una breve sinopsis de éstos, para poder definir la evolución del país.

Durante la administración de Luis Echeverría A. (en 1976) ocurrió la primera devaluación; con José López Portillo de 1979-1981 hubo un gran crecimiento en el sector petrolero culminando con la crisis financiera de agosto de 1982, donde se presentaron 3 devaluaciones y se nacionalizó la Banca; en septiembre, durante el régimen de Miguel de la Madrid se negoció la Deuda Externa, y en 1986 se llevó a cabo el ingreso de México al GATT; cabe señalar, la caída del precio del petróleo, el auge de la Bolsa de Valores y el crack bursátil en 1987, dando como resultado la implementación del plan antiinflacionario denominado Pacto de Solidaridad Económica cuya implementación entró en 1988.

Los años de crecimiento económico se inician con el periodo de postguerra, en el que la economía mexicana tiene un crecimiento acelerado, situándose en 6.6% por año; para 1980 este indicador excedería al de España, India, Bélgica o Australia; donde el acero y el cemento fueron el mejor ejemplo de este crecimiento.

Desde el imperio Español, México ha sido una importante fuente de recursos minerales, llegando ha ser un exportador neto de petróleo desde 1974, ocupando el 4º lugar en producción y el 5º lugar en reservas en el mundo.

La economía de México declinó la primera vez en 1982, durante el gobierno de López Portillo, presentando una disminución del PIB, para posteriormente pasar de una tasa del 3.4% a una tasa promedio del 8%, teniendo como base el petróleo y la colocación de crédito. El gobierno mexicano tenía un débito de us\$19.6 billones al final de 1976, para alcanzar el de us\$33.8 billones al final de 1980, generado por empréstitos a los que se tuvo que recurrir para financiar una variedad de proyectos gubernamentales, en el que la deuda del sector privado ascendió a us\$4.4 billones al final de 1976, llegando a us\$14.9 billones al final de 1981. Al final de esa administración se ubicó el endeudamiento del sector público en us\$53 billones con un déficit de us\$12.5 billones, provocando una inflación del 29% y la subsecuente fuga de capitales.

Durante el sexenio de Miguel de la Madrid, se logró una estabilización, con un crecimiento probable en promedio de cero y una inflación anual en promedio cerrada del 100%. Lo primero fue la restauración de la Deuda Externa; la creación de FICORCA (Fideicomiso para la cobertura de riesgos cambiarios, constituido por el Banco de México en 1988, para proporcionar un mecanismo de protección contra cambios en la paridad a empresas con pasivos derivados en moneda extranjera).

La segunda área de reestructuración fue la reorientación de la protección de la economía con un miramiento interno, para la importación, pero buscando fortalecer la exportación. Para 1987, las exportaciones no petroleras llegaron a un nivel de us\$12 billones, aproximadamente en 50% más que las exportaciones petroleras.

La tercera área del cambio fue una reducción del gasto directo gubernamental, a través de un programa de desincorporación de compañías estatales "No estratégicas" a el sector privado o una liquidación completa.

La cuarta área estimuló directamente la investigación, la cual se duplicó durante este sexenio. La inflación se redujo de un 100%, en la administración de López Portillo, a un nivel del 59% en 1984, pero el esfuerzo de De la Madrid se vió disminuído por el terremoto ocurrido en la ciudad de México en 1985; el precio del petróleo se colapsó y hubo una inflación del 106% en 1986, alcanzando un nivel récord de 159% en 1987. En 1987 se implantó el Pacto de Solidaridad Económica, similar al adoptado en Israel, bajando el nivel de la inflación y repercutiendo con gran resonancia en la estructura económica del país.

Por lo que respecta al Mercado Financiero, éste sufrió las repercusiones de la evolución económica; siendo el sistema bancario el que inicialmente lo financió.

La política monetaria, el esfuerzo de las medidas antiinflacionarias y el desempeño favorable de las finanzas públicas, mostradas durante la etapa final del sexenio de De la Madrid, llevaron a iniciar una época de gran actividad económica; para 1989 y bajo la administración del presidente Carlos Salinas de Gortari, se optó por fortalecer el esfuerzo antiinflacionario, apoyando la concertación de los sectores productivos y gobierno, con una reducción substancial del déficit financiero del sector público. En 1990 el servicio de la deuda pública ascendió a 52.1 billones de pesos, con una reducción real del 24.4%, respecto al año anterior.

En particular, el repunte de la inflación, llevó a su tasa anual de 19.7% en diciembre de 1989 a 28.6% en octubre de 1990, originando que se adelantara la concertación del Pacto de Estabilidad y Crecimiento Económico (PECE), y que durante el último bimestre se acelerara el realineamiento de precios para atenuar posibles presiones durante 1991, conteniendo modificaciones en la política cambiaria, salarial y fiscal e introduciendo ajustes a los precios de la electricidad y otros energéticos.

El producto interno bruto es, por segundo año consecutivo, mayor al crecimiento de la población (2.1%). El pacto ha sido un instrumento fundamental para evitar el desbordamiento de la inflación y permitir su reducción. Si bien la inflación se mantiene en la zona porcentual de 20, significativamente por debajo de los niveles registrados en los años anteriores, en 1990 es mayor que la proyectada.

En lo que concierne a la política monetaria, las tasas de los CETES a 28 días disminuyeron de más de 47 puntos, en marzo, a menos de 20 a la fecha. El valor de la deuda acumulada se ha reducido en más de 20 mil millones de dólares. Su saldo en términos del impacto económico neto equivale a pasar del 60% del producto a fines de 1988, a cerca de 40% en marzo de 1990. El nivel alcanzado en proyectos aprobados e inscritos de inversión extranjera, asciende a 5,000 millones de dólares. Todos los sectores productivos se ven aumentados considerablemente. La tasa de crecimiento de la población ha disminuído al 2.1% anual. El Banco de México informó que durante el mes de noviembre, el índice general de precios al consumidor creció en 2.7%, con lo que la inflación acumulada en los once meses transcurridos llegó a 26%. Por su parte el índice de precios al productor, al registrar un incremento de 1.7%, acumuló en el periodo una inflación de 26.9%. La SHyCP anunció el 9 de noviembre de

1990, que el 20.4% del capital social de TELMEX, el cual representa el paquete de control, fué adjudicado al grupo CARSO asociado con Southwestern Bell y France Cable & Radio, en 1,757.6 millones de dólares con lo que quedó concluida la primera etapa de su desincorporación.

Al comparar la evolución de las variables macroeconómicas durante 1990 con lo proyectado en el documento de criterios de política económica y las respectivas metas del Plan de Desarrollo, se encuentra que en 1990 se cumplieron los pronósticos en materia de Finanzas Públicas, tasas de interés y sector externo, aunque se presentó una desviación importante en las tasas de crecimiento del producto y, sobre todo, de la inflación.

Para mayo de 1990 el ejecutivo propone a consideración del H. Congreso de la Unión, una iniciativa de reformas a la constitución, que tiene como objeto reestablecer el régimen mixto de la prestación del servicio de la Banca y Crédito, lo cual modifica el régimen de propiedad de la Banca que se introdujo con la reforma constitucional de 1982, debido a que las circunstancias económicas han cambiado. México está, ahora, mejor preparado para impulsar el crecimiento económico con mayor equidad y participar activamente en la gran transformación mundial, iniciativa que modifica los artículos 28 y 123 de la Constitución Política de los Estados

Unidos Mexicanos, y la cual es aceptada para terminar de llevarse a cabo en 1991.

Para noviembre del mismo año, Estados Unidos y México reafirmarían su compromiso sobre la necesidad de promover la liberación del comercio y la negociación del Acuerdo de Libre Comercio entre ambos países considerando la incorporación de Canadá a dichas negociaciones.

Dentro de las perspectivas de la economía internacional encontramos las siguientes: El desequilibrio provocado con el estallido de la crisis de Golfo Pérsico, conflicto que aunado al complejo entorno económico en el que se encontraban los Estados Unidos, creó mayor nivel de inflación; la caída del mercado bursátil, donde el indicador Dow Jones pierde más del 20% de su valor; el mayor costo de las importaciones de petróleo repercutieron en un ritmo de crecimiento más lento en la economía mundial agudizando la tendencia declinante del dólar frente a las principales divisas internacionales, en el que también contribuyeron la caída del índice Nikkei y el alto costo de la reunificación Germana.

La debilidad económica subyacente y los efectos de la crisis del Golfo Pérsico hacen más probables los escenarios de estancamiento o recesión para el último trimestre de 1990 y 1991, ésta a su vez ha reducido el

ingreso disponible real, ocasionando que los "Indicadores de confianza del Consumidor" estén en su menor nivel desde el crack de 1987, habiendo un estancamiento en las tasas de interés; estos efectos, entre otros, son los que han provocado la desregularización de la economía mundial que, porsupuesto, incide a la de México en forma definitiva.

Lo anterior, obliga a las empresas a establecer Presupuestos de Capital acordes con la evolución de la economía mexicana en la que la incertidumbre que prevalecía en la década de los 80's, deja de ser un factor de riesgo preponderante, que si bien es necesario considerar en los proyectos, se convierte en una variable cuantificable.

Cabe señalar, que el reto que tendrán que enfrentar en la presente década, obliga a que las técnicas de Presupuesto de Capital adquieran la relevancia que merecen, considerando el que la inversión extranjera, a través de sus filiales, realizará proyectos financieros de gran importancia, los cual generará una competencia entre los inversionistas nacionales y extranjeros.

II.1 ORIGEN Y CONCEPTO DE PRESUPUESTO

La palabra Presupuesto es participio pasado del verbo compuesto Presuponer, cuya etimología proviene del Latín PRE, antes y SOPONER, suponer, es decir, suponer antes o por anticipado una cosa, refiriéndose a la determinación más o menos aproximada de los gastos o ingresos de un ente, en un periodo determinado. Su uso está plenamente consagrado dentro del campo de las finanzas particulares.

Después de que una empresa haya concluido todos sus ejercicios de planeación, el resultante plan a largo plazo deberá ser convertido a un plan de acción específico que realmente asigne el efectivo disponible entre diferentes proyectos. Este plan específico se podrá denominar Presupuesto de Capital.

El Presupuesto de Capital se ocupa de la decisión de inversión a largo plazo de la empresa; es decir, el compromiso de fondos de proyectos que se espera producirán réditos durante por lo menos un año a futuro, se denominará Presupuesto de Capital; la atención se limita a los proyectos a largo plazo tales como las inversiones en planta o equipo, ciertos tipos de campañas de promoción, investigación y desarrollo.

11.2 IMPORTANCIA Y OBJETIVO DEL PRESUPUESTO DEL CAPITAL

El Presupuesto del Capital probablemente descifra la diferencia entre éxito y fracaso de una empresa. Indiferentemente del tamaño de la compañía o el nivel en el cual se toman las decisiones, los principios deberán ser los mismos. Estamos invirtiendo una suma de dinero actualmente a cambio de la cual esperamos una corriente de utilidades en efectivo en el futuro. La evaluación de la conveniencia de un proyecto en particular requiere que demos mayor ponderación al ingreso que deberemos decidir en el futuro próximo.

¿ Cómo se relaciona el objetivo general con la elección acertada de las inversiones ? La relación depende del objetivo fijado; pero de modo general se puede estar seguro de que se deben elegir los proyectos que conviertan a las empresas más rentables y a las acciones de la misma más atractivas para los inversionistas. Los criterios de decisión que se aplican deben ayudar a destacar esos proyectos entre los muchos que

se propongan. Si el rendimiento de un proyecto no excede a su costo o no incrementa el valor de la empresa, de manera que cada acción valga más que antes, éste no se deberá aprobar. Todos los departamentos de una empresa son afectados vitalmente por las decisiones del Presupuesto del Capital, por lo que es necesario tomar en cuenta:

a) EFECTOS A LARGO PLAZO.

La expansión de los artículos se relaciona fundamentalmente con las ventas esperadas. Un Pronóstico impreciso dará por resultado una inversión excesiva o reducida.

b) CALIDAD DE LOS ACTIVOS DE CAPITAL.

Un buen Presupuesto de Capital mejora la coordinación periódica de las inversiones de activos y la calidad de los mismos. La coordinación periódica de las inversiones consiste en establecer fases de disponibilidad y activos de capital para que entren al flujo en el momento adecuado.

c) LA OBTENCION DE FONDOS.

La expansión del activo supone generalmente gastos considerables, las fuertes cantidades no se obtienen fácilmente, una empresa que tenga un programa importante de Gastos de Capital, quizá necesite formular su financiamiento con varios años de anticipación, para asegurar los fondos necesarios para la expansión; buscando siempre la mejor forma de allegarse recursos a través de una adecuada estructura de capital que le permita apalancarse financieramente, de acuerdo a sus necesidades.

d) CAPACIDAD PARA COMPETIR.

Debido a que, como ya mencionamos, la inversión extranjera, a través de sus filiales, realizará proyectos de gran importancia y, por lo tanto, generará una competencia, obligando a las empresas nacionales a desechar los proyectos que no se adapten a la altura de las circunstancias.

En primer término, habrán de tenerse todas aquellas oportunidades de inversión que se consideran independientes unas de otras. El llevar a cabo una inversión que sea independiente no afecta los flujos de efectivo de otras inversiones independientes.

El siguiente grupo de inversiones consiste de inversiones mutuamente excluyentes. Sólo una inversión de cada conjunto de inversiones se habrá de aceptar, puesto que las inversiones son mutuamente excluyentes. Un conjunto podrá consistir de todas las inversiones que realicen la misma función económica. Por ejemplo, todos los posibles formatos de línea de producción o todos los posibles usos de un único recurso económico como un lote de terreno, se habrán de considerar alternativas mutuamente excluyentes. El terreno se podrá utilizar para estacionamiento, una cancha de tenis, o un motel, un edificio para oficinas, o cualquier combinación de usos, pero no podrá utilizarse el terreno para todo lo anterior; de todas las alternativas una sola podrá escogerse.

Los procedimientos de flujo de efectivo descontados son bien conocidos y deberán ser los cimientos sobre los que descansen los procedimientos formales de evaluación de Presupuesto de Capital.

A fin de distinguir entre el conjunto de inversiones que compiten por la asignación de los fondos de capital de la empresa, debe elaborarse un procedimiento de clasificación. Este procedimiento supone calcular las utilidades estimadas del uso del equipo y luego traducirlas en función de las ventajas de adquirir el equipo. Se necesita una estimación de las utilidades y hay que utilizar un método para convertirlas en una medida de clasificación.

Ninguno de los procedimientos que sirven para clasificar los proyectos son mejores que la obtención exacta de datos. El procedimiento de reunión de datos no es una tarea administrativa que se efectúa mecánicamente, requiere continuo estudio y evaluación de las estimaciones por los individuos competentes. Hechas las estimaciones de los costos y de los beneficios éstas deben utilizarse para la clasificación de las propuestas de inversión.

El objetivo del proceso de Presupuesto de Capital es tomar decisiones de aceptación o rechazo de proyectos independientes (deben realizarse todas las inversiones si satisfacen los criterios de aceptación de proyectos) o seleccionar "el mejor del conjunto de inversiones" cuando se trata de inversiones mutuamente excluyentes (deseando realizar tan sólo una de las inversiones). En la toma de decisiones de presupuesto de capital, se habrá de partir del supuesto que ya se ha convenido cerca del objetivo básico de la empresa, el cual servirá para orientar tales decisiones. Al tomar decisiones de Presupuesto de Capital, estará implícito algún objetivo.

Como paso inicial, debe comprenderse cuales objetivos no deban afectar el presupuesto de Capital. En realidad, no habrá de intentarse maximizar las ventas totales o la participación del mercado, expresado éste en un porcentaje. Tampoco el crecimiento podrá considerarse la meta (aún cuando se pudiera lograr si se toman las decisiones apropiadas), ni tampoco lo serán las utilidades por acción, ni la maximización de utilidades totales. La meta de una política de inversión no habrá de ser el maximizar el rendimiento sobre la inversión (RSI), aún cuando en cualquier momento del tiempo (y con un nivel determinado de inversión

de capital), entre mayor sea la tasa de rendimiento sobre la inversión (RSI) mejor habrá de ser la situación, sino maximizar el valor de las acciones de la empresa, para con ello, incrementar el valor de la misma.

Posiblemente sea deseable aspirar a alcanzar todas las metas anteriores (el incremento en ventas, participación más elevada del mercado, tasa de rendimiento sobre la inversión más alta, etc.), pero no podrán ser utilizadas para describir la meta de la empresa que habrá de servir de base para el proceso de Presupuesto de Capital. Esto a veces confunde, frecuentemente habrán de tenerse proyectos que deben ser aceptados o rechazados por razón de su efecto en alguna de las medidas anteriores la tendencia para utilizar estas medias se justifica, pero a veces conduce a cierto pesar.

Tan sólo existe una meta teóricamente correcta que una empresa pueda utilizar para evaluar proyectos de inversión. La meta consiste en maximizar el valor presente de la situación de los accionistas y se supone que al hacerlo se estará maximizando el bienestar de los mismos. Las decisiones de inversión se están realizando desde un punto de vista de los accionistas y se supone habrán de satisfacer mejor sus intereses por un procedimiento que sistemáticamente asigne un costo de capital que se utilice en el proceso de producción.

El proceso de Presupuesto de Capital que se recomienda deberá tomar en consideración un costo sobre el Capital que se esté utilizando. El objetivo del Presupuesto de Capital deberá ser consistente con las metas de los accionistas.

III. DECISION EN LA EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION.

Es útil reconocer varias etapas o fases distintas en el proceso de establecer el Presupuesto de Gastos de Capital, debido a que cada una contiene sus propios problemas, así pues, puede distinguirse entre la generación de ideas de proyectos, la estimación de flujos de efectivo, la selección de proyectos que se basa en la aplicación de criterios de selección para determinar el valor de la inversión, y la implantación de las decisiones de inversiones, incluyendo controles y reevaluaciones periódicas.

III.1 LA GENERACION DE PROYECTOS

La generación de ideas valiosas es evidentemente de importancia crítica y contribuye al éxito de cualquier programa de gastos de capital. Las compañías de éxito han sido identificadas al rededor de una buena idea, como lo ejemplifican, digamos, la compañía XEROX cuyo éxito se basó ampliamente en la inversión de un nuevo mecanismo de copia; PRINTAFORM, que se dedicó a construir calculadoras pequeñas, de precio moderado para las cuales existía un mercado bien predispuesto. Es necesario tener presente que la oportunidad puede ser de factor crítico.

El primer paso para revisar una política de Presupuesto de Capital de una empresa es asegurarse que las ideas de inversión sean generadas por todos los niveles de administración y sean sometidas a consideración de los niveles más elevados de la organización.

Criterios de inversión excesivamente rígidos, así como mediciones de actuación que no sean congruentes con los criterios de inversión son dos razones principales del porqué los niveles elevados de administración no

alcanzan a examinar muchos proyectos de inversión que sean económicamente deseables.

La discrepancia en los métodos para evaluar la actuación y para tomar decisiones de inversión conduce a prejuicios muy distintos en términos de tipos de proyectos que son estudiados por la alta gerencia.

III.2 CRITERIOS DE EVALUACION

Un criterio aplicable a la evaluación de proyectos es una norma o regla que ayuda a juzgar la idoneidad y conveniencia de un proyecto. Si éste no está a la altura de la norma, se rechaza. Los criterios de decisión son pautas a seguir, que se expresan en función de la rentabilidad de la empresa o de otra medida de valores con la cual se compara la rentabilidad o algún otro aspecto potencial de los proyectos. Para esto, se debe conocer el Flujo de Efectivo Neto del proyecto antes de intereses y depreciación pero después del pago de Impuestos.

El Flujo de Efectivo Neto depende del costo del proyecto, de las entradas y salidas de efectivo subsecuentes, de las fechas en que ocurren, de los años que abarca el proyecto y de su valor de desecho.

El desembolso original es la salida típica más importante. Refleja el dinero que se gasta para adquirir el activo o iniciar un proceso de inversión. El valor de desecho representa la entrada de efectivo, después del pago de impuestos, es decir, es el precio de venta estimado del proyecto a su terminación. El flujo neto subsecuente de un proyecto de inversión de capital es el ingreso que genera (entrada bruta) menos todos

los gastos en efectivo, excluyendo el interés que se paga por el capital que se obtiene para financiar el proyecto y las deducciones aplicables, porque el interés es un gasto deducible de impuestos. La fecha de terminación es al año en que se espera dar por terminado el proyecto, éste influye en su atractivo; mientras más tiempo esté en operación, mayor será el rendimiento que genera; éste es el último componente del flujo de efectivo.

Con predicciones de un flujo creciente de efectivo dado por la inversión, el paso siguiente para establecer el presupuesto del capital implica el insumo de éste en los criterios de selección, con el fin de llegar a una decisión de aceptar o rechazar.

Los criterios se clasifican en dos categorías generales:

Técnicas del Valor Actual

Técnicas de la Tasa de Rendimiento

A la primera categoría pertenecen los métodos conocidos como Flujo de Efectivo Descontado (FSD), Valor Actual Neto (VAN), Beneficio/Costo (BC) y Valor Terminal (VT). En la segunda categoría figuran la Tasa Interna de Rendimiento (TIR) y la Tasa de Rendimiento Promedio (TRP). Existen, también, los criterios denominados periodo de Recuperación y

Reinversión que no encajan en ninguna de las categorías y su uso es limitado.

FLUJO DE EFECTIVO DESCONTADO (F\$D).

El procedimiento general en que descansa el F\$D consiste en determinar si el valor actual (VA) de los flujos futuros esperados justifica el desembolso original (O0). Si el valor actual (VA) es mayor o igual que O0, el proyecto propuesto se acepta. Si el VA es menor que el O0, el proyecto se rechaza. Expresado con símbolos, el criterio de decisión F\$D es:

VA > O0 ACEPTAR

VA < O0 RECHAZAR

$$\text{DONDE VA} = \sum_{i=1}^n \frac{F\$_i}{(1+K)^i} + \frac{S_n}{(1+K)^n}$$

K Costo de capital

i El primer periodo de la suma

n El último periodo de la suma

S_n El valor de desecho

VALOR ACTUAL NETO (VAN)

El valor actual neto es una variante del FSD. La diferencia radica en que en el VAN se resta el desembolso original del valor actual de las entradas de efectivo futuras, cosa que no ocurre en el FSD. Así, $VAN = VA - O_0$. Para calcular el VAN de un proyecto cualquiera se calcula simplemente el valor actual de las entradas futuras al costo apropiado de Capital y del resultado se resta el desembolso original:

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{F\$_i}{(1+K)^i} + \frac{S_n}{(1+K)^n} - O_0$$

El criterio para aceptar o rechazar de acuerdo con el VAN es el siguiente: Acéptese si el VAN del Proyecto que se propone es positivo y recházese si es negativo. Expresado por medio de símbolos:

$VAN \geq 0$ ACEPTAR

$VAN < 0$ RECHAZAR

TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR)

La Tasa Interna de Rendimiento, es la tasa de descuento capaz de igualar la serie de ingresos futuros con el desembolso original. Dicho de otro modo, es aquella tasa de descuento que da al proyecto un VAN de cero. Expresado en símbolo, el TIR vendría a ser r en el denominador de la ecuación siguiente:

$$0 = \sum_{i=1}^n \frac{F\$_i}{(1+r)^i} + \frac{S_n}{(1+r)^n}$$

Primero hay que buscar aproximadamente el r apropiado para luego efectuar en realidad los cálculos y ver que tanto se aproxima el flujo futuro descontado de ingresos al desembolso original. Si el primero resulta mayor (o menor) que el segundo, habrá que aumentar (o disminuir) r hasta que los dos resulten iguales.

Nótese también que r es interno con respecto al proyecto, a diferencia de la naturaleza externa del costo dado del capital, k , que se usa en el análisis del FSD. Esto establece la regla de decisión: Acéptese el

proyecto propuesto si su TIR es mayor o igual al costo externo del capital determinado en los mercados financieros. Recházese si su TIR es menor que el costo externo del capital. Así pues:

TIR (r)	≥	K	ACEPTAR
TIR (r)	<	K	RECHAZAR

La TIR es un criterio atractivo para muchas empresas, porque se expresa como porcentaje y se puede comparar fácilmente con el costo acumulado del capital k, que se expresa también como porcentaje. Además, pocos piensan que la separación entre el cálculo de la TIR y el costo del capital ofrece una posición ventajosa desde la cual se puede juzgar el proyecto propuesto a la luz de sus propios méritos, "Independientemente" del costo del capital, que para esos pocos, parece fluctuar ampliamente, con frecuencia y más allá de su control.

BENEFICIO / COSTO (BC)

La regla de Beneficio/Costo, llamada a menudo índice del valor actual, compara a base de razones el valor actual de las entradas de efectivo futuras con el valor actual del desembolso original y de cualesquiera otros que se hagan en el futuro, dividiendo el primero por el segundo.

$$BC = \frac{VA}{CO}$$

La regla de decisión es: Si la razón de Beneficio/Costo es mayor que 1.0, acéptese el proyecto. Si la razón BC es menor que 1.0, recházese:

BC \geq 1.0 ACEPTAR

BC $<$ 1.0 RECHAZAR

Si hay otros costos a parte del desembolso original, se deben considerar.

La razón BC tomó en cuenta específicamente esos gastos comparando el valor actual de las entradas con el valor actual de las salidas, independientemente del periodo en que ocurran, de manera que:

$$BC = \frac{VA \text{ de las entradas de efectivo}}{VA \text{ de las salidas de efectivo}}$$

El método BC para incorporar las salidas de efectivo permite separarlas de las entradas, mientras que con los métodos FSD, VAN y TIR los

gastos futuros se engloban con los ingresos del mismo periodo y solo se incorpora al análisis el resultado neto. El tratamiento por separado permite a veces enfocar mejor la distribución y la naturaleza de los gastos.

VALOR TERMINAL (VT)

Este método separa con más claridad aún la ocurrencia de las entradas y salidas de efectivo. Se basa en la suposición de que cada ingreso se reinvierte en un nuevo activo, desde el momento en que se recibe hasta la terminación del proyecto, a la tasa de rendimiento que prevalezca. Si el valor actual de la suma de los flujos reinvertidos (VAST) es mayor que el valor actual de las salidas (VA00), el proyecto se debe aceptar.

Expresado con símbolos:

VAST \geq VA00 ACEPTAR

VAST $<$ VA00 RECHAZAR

La ventaja del método VT es que incorpora explícitamente la suposición acerca de cómo se van a reinvertir los flujos una vez que se reciban y elude cualquier influencia del costo de capital en la serie de flujos. La

dificultad radica en saber cuáles serán en el futuro las tasas de rendimiento.

TASA DE RENDIMIENTO PROMEDIO (TRP)

La Tasa de Rendimiento Promedio es una forma de expresar con base anual la utilidad neta que se obtiene de la inversión promedio. La idea es encontrar un rendimiento, expresado como porcentaje, que se pueda comparar con el costo de capital. Específicamente, la utilidad promedio anual neta (después de impuestos) atribuible al proyecto propuesto (NI) se divide por la inversión promedio, incluyendo el capital de trabajo necesario.

Expresada en símbolos:

$$\text{TRP} = \frac{\text{NI}}{(\text{CO} + \text{s})/2}$$

Donde la inversión promedio es el desembolso original más el valor de desecho divididos entre 2, lo cual da aproximadamente el promedio de la inversión.

La regla de decisión es: Acéptese el proyecto si la TRP es mayor que el costo del capital k y recházese si es menor. Expresado en símbolos:

TRP $>$ k ACEPTAR

TRP $<$ k RECHAZAR

Presenta varios inconvenientes; en primer lugar, ignora el valor del dinero en el tiempo puesto que no descuenta las entradas y salidas de efectivo futuras; en segundo, no toma en cuenta la componente tiempo de los ingresos, lo cual puede ser muy engañoso; en tercer lugar, se pasa por alto la duración del proyecto (uno de larga vida puede tener la misma TRP que otro de corta duración); por último, la TRP no considera la depreciación (reembolso del capital) como parte de las entradas. Esto distorciona el monto real de los ingresos y da lugar a confusión en el análisis.

PERIODO DE RECUPERACION (PR)

El periodo de recuperación es una medida de la rapidez con que el proyecto reembolsará el desembolso original de capital. Este periodo es el número de años que la empresa tarda en recuperar el desembolso

original mediante las entradas de efectivo que produce el proyecto. Los proyectos que ofrezcan un periodo de recuperación inferior a cierto número de años (N) determinado por la empresa, se aceptarán. Los que ofrezcan un periodo mayor que el número determinado se rechazarán. Expresado en símbolos:

$$\begin{array}{l} PR \geq N \quad \text{ACEPTAR} \\ PR < N \quad \text{RECHAZAR} \end{array}$$

Este ignora muchos componentes de las entradas de efectivo. Todas las entradas que exceden al periodo de recuperación se pasan por alto, lo cual es muy engañoso al evaluar los proyectos de inversión.

El periodo de recuperación no toma en cuenta el valor del dinero, en el tiempo, puesto que no descuenta los ingresos futuros, e ignora así mismo todo lo relativo al costo de capital.

La elección apropiada depende de las circunstancias en que se tome la decisión y de las prácticas que sigue la empresa. Las diversas empresas tienen distintas normas de aceptación, que es necesario conocer.

III.3 COMPARACION ENTRE VAN Y TIR.

Debería ser claro que cuando un proyecto esta siendo considerado por ambos métodos, éste debe siempre dar la misma señal de aceptación o rechazo. Si el VAN es positivo la TIR será más grande que la tasa de descuento personal y viceversa. Sin embargo, la TIR tiene un número de importantes deficiencias. Mencionaremos dos:

1) La TIR es no-aditiva.

La aditividad es una importante cualidad en funciones tales como estas, desde que podemos hacer combinaciones de proyectos. No solamente es esto imposible con la TIR, pero algunos resultados desconcertantes pueden ocurrir cuando proyectos sumados son localizados; un ejemplo sencillo es:

PROYECTO	PERIODO			TIR (%)
	T(0)	T(1)	T(2)	
A	-1,000	0	1,250	11.8
B	-1,000	1,100	0	10.0
C	-1,000	1,300	0	30.0
A + C	-2,000	1,300	1,250	18.0
B + C	-2,000	2,400	0	20.0

Supongamos que el proyecto A y el proyecto B son mutuamente exclusivos. La TIR para el proyecto A es la más alta, y desde aquí es la mejor inversión. Pero ahora supongamos que C llega a estar disponible, además de haber los suficientes fondos disponibles para combinar A con C ó B con C. Ahora vemos que A combinada con C no ofrece tan buena TIR como B combinada con C. En otras palabras, una vez C sumada a los proyectos excluyentes, B llega a ser preferible que A.

2) **Podrá existir más de una TIR para un proyecto dado.**

Para entender esto intuitivamente, pensemos y regresemos a nuestra descripción de la TIR como un polinomio. La forma más

familiar de un polinomio, es por supuesto la ecuación cuadrática, y nosotros estamos enterados desde matemáticas elementales que tales ecuaciones siempre tienen dos raíces (aunque en ocasiones las dos raíces puedan ser idénticas). En muchas ocasiones una raíz será positiva, y una negativa. En tales casos seremos capaces de practicar un análisis de inversión e ignorar la raíz negativa desde que nosotros no concebimos tasas negativas en empresas. Por ejemplo, la ecuación $x^2 - 5x + 6 = 0$ tiene dos raíces positivas 2 y 3. Similarmente el problema de la TIR se puede reducir a la ecuación $15,200 - 35,000/(1+i) + 20,000/(1+i)^2 = 0$ tiene dos soluciones tales que la i puede ser 5.25% y 25%. Si la tasa de descuento es del 10% aceptarlo es una decisión delicada, ¿Debería la TIR ser tomada como 5.25% (rechazada) ó 25% (aceptada)? (Se verá que en esta ecuación hay dos cambios de signo, positivo a negativo; en general, se puede mostrar que para N cambios de signo habrá N reales positivos como raíz).

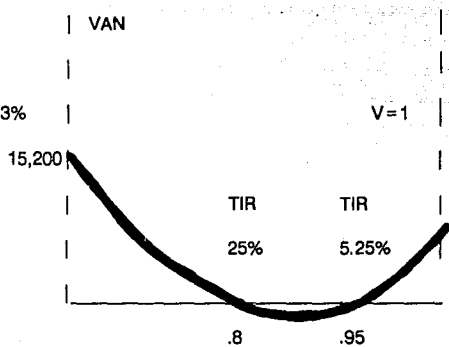
Una ayuda para ver la relación entre el VAN y la TIR es graficar las tasas obtenidas; en la cual podemos obtener el valor mínimo de lo que ahora llamaremos función, utilizando la diferenciación:

$$F(v) = 15,200 - 35,000 v + 20,000 v^2$$

$$F(v) = -35,000 + 40,000v$$

donde $v=0.875$

obteniendo $i = 14.3\%$



IV. TASAS DE INTERES

Usualmente, para tener éxito en cualquier empresa, un ingrediente indispensable es el trabajo, así cualquier persona que trabaje y gane más de lo que gasta, es un inversionista. Lo es porque esos fondos excedentes necesariamente están canalizados, consciente o inconscientemente, a algún fin (o algunos fines) específico, a corto, medio o largo plazo.

Una inversión es la aportación de recursos para obtener un beneficio futuro. Existe una diferencia entre la "Inversión real" y la "Inversión financiera", la Inversión real es la que se hace en bienes tangibles de capital, una Inversión financiera es la aportación de recursos líquidos para obtener un beneficio futuro; es decir, se refiere a la compra de activos en forma de valores que producirán una utilidad para el inversionista, donde éste considera los riesgos involucrados en la compra, pero trata de maximizar sus utilidades y éste no tiene control directo de los activos. El individuo que compra determinado valor renuncia a su posesión en efectivo para transformarla en una posesión de rendimiento y utilidades futuras. En todo los casos se asume que se lleva acabo un análisis

financiero y económico de cada proyecto para determinar las probabilidades de éxito. Este análisis nos servirá para ver si el valor ofrece seguridad del capital, una tasa de rendimiento satisfactoria y medirá el riesgo.

Por sistema financiero entendemos el conjunto orgánico de instituciones que generan, recogen, administran y dirigen, tanto el ahorro como la inversión dentro de una unidad político-económica, que a su vez puede dividirse en:

- a) Mercado de Capitales
- b) Mercado de Dinero

Al Mercado de Dinero se le define como la actividad crediticia que se realiza en un plazo menor a un año y el de Capitales, al que tiene una vigencia mayor. El Mercado de Dinero, o de Crédito a corto plazo, es el punto de concurrencia de fondos provenientes del ingreso por breve periodo, en espera de ser demandados para destinarse a la adquisición de bienes de consumo. Por su parte, el mercado de capitales es la concurrencia de fondos, que lo destinan a la formación de capital fijo. La frontera entre los dos mercados es muy tenue y el único criterio de diferenciación es el tiempo requerido para su realización.

La Bolsa de Valores es una de las instituciones fundamentales del Mercado de Capitales, ya que a ella concurren los instrumentos esenciales: Valores de Renta Fija, y Valores de Renta Variable. En México además de la Bolsa Mexicana de Valores, en el Mercado de Capitales encontramos otras instituciones, como las Sociedades Nacionales de Crédito (Bancos) y los Bancos de Fomento: Nacional Financiera y Casas de Bolsa.

El sistema financiero mexicano está en plena evolución, pues los esfuerzos están orientados a fortalecer la estructura y flexibilidad para que continúe su proceso de desarrollo. La Banca ha sido siempre la espina dorsal de nuestro sistema; sin embargo, ya están desarrollándose otras fuentes alternas de financiamiento, como la emisión, por parte del Gobierno Federal, de los Certificados de la Tesorería de la Federación, que implica una sana diferencia entre el mercado de dinero y de capitales.

Existe una correlación inversa entre el movimiento en las tasas de interés en una economía y su mercado accionario. Es decir, si las tasas de interés suben, esto usualmente implica que los precios de las acciones bajan, y viceversa.

En forma general, un alza en las tasas de interés, implica un mayor ahorro por parte de los que cuentan con excedentes de efectivo y una menor inversión en la economía general (ya que resulta más caro financiar ampliaciones, construcción de nuevas plantas o compra de maquinaria o equipo). Todo esto en conjunto a su vez, equivale a contraer la economía y, a nivel empresa, equivale a ganar menos y en algunos casos perder o quebrar. Al final de éste proceso, la economía ya está "purgada", vía altas tasas de interés, lo cual re incentivó el ahorro (que posteriormente se traduce en inversión). Estos factores y otros, corrigen gran parte de los excesos del ciclo anterior al alza y posicionan a la economía en el umbral del nuevo ciclo de crecimiento. Estando el mercado alto (precio de las acciones) y el nivel de las tasas de interés en el punto más bajo del ciclo, un aumento en las tasas de interés usualmente se traduce una disminución en el nivel de las acciones.

En niveles intermedio, tanto del ciclo de tasas de interés como el nivel de precios de las acciones, la correlación inversa usualmente se presenta, aunque no con la misma confiabilidad que la encontrada en los dos casos anteriormente descritos.

La relación pues, hace ver que un alza en las tasas de interés de niveles reales negativos (rendimientos inferiores a la tasa de inflación) a

rendimientos reales positivos (rendimientos superiores a la inflación) en prácticamente todos los casos equivale a un descenso en el nivel de precio de las acciones. Por otra parte, en caso de bajas de interés, igualmente, existen límites. Nada sube o baja a perpetuidad.

El enfoque clásico para describir tasas de interés consiste en señalar que éstas se determinan por la interacción de dos fuerzas que podrán ser representadas por dos gráficas. Una de ellas habrá de reflejar las preferencias de consumo a través del tiempo considerando diferentes tasas de interés. Por otra parte, se incluye una gráfica de oportunidades de producción que se realizarían considerando diferentes tasas de interés.

Existen dos razones principales por las cuales el capital puede generar intereses o beneficios:

- 1) Cierta tipo de capital aumenta de valor a través del tiempo por razón de cambios en las características físicas, por ejemplo, ganado, vino y madera.
- 2) Existen muchos procesos de producción en donde métodos indirectos de producción se prefieren. Si usted desea cortar un árbol grande, podrá valer la pena dedicar cierto tiempo a afilar el

hacha. Si usted va a ser un pozo, posiblemente convenga construir o comprar una pala, o inclusive dedicar algo de tiempo para fabricar un azadón.

Estas características del capital conducen a situación tal que las empresas pueden ganar intereses por el uso del dinero. Si usted invierte \$1 en una empresa industrial, la empresa podrá estar capacitada para pagarle un dólar más intereses si sus ahorros le han permitido a la empresa a emplear ciertos métodos más apropiados de producción o posponer la venta de un producto en tanto se incrementa su valor. La interacción de la curva de preferencia de consumo en diferentes momentos de tiempo y la curva de productividad (oferta y demanda de capitales) habrá de determinar la tasa de interés, viéndose ambas curvas afectadas por la cantidad de dinero disponible.

El inversionista quien facilita recursos a una empresa podrá esperar recibir una recompensa por su inversión por dos razones principales:

- 1) Por el uso de los fondos a través del tiempo.
- 2) Por el elemento de riesgo involucrado con la posibilidad de que la empresa se vea incapacitada para devolver el capital o poder pagar los intereses sobre el capital.

El costo del capital combina estos dos factores en una sola medida, un porcentaje. Este porcentaje se habrá de emplear posteriormente dentro de una fórmula básica de descuento.

V. MODELO DE PROGRAMACION DINAMICA

Hasta ahora, se ha sugerido el VAN como técnica de clasificación de proyectos aceptables, por el gran número de ventajas que presenta con respecto a otras; pues bien, en una situación real en donde las firmas tienen acceso limitado al mercado de capitales y éstas a su vez presentan un número mayor de proyectos de los que son capaces de financiar; es necesario tomar en cuenta esta restricción para poder seleccionar el conjunto de inversiones que cumplan con el objetivo señalado de la empresa o corporación.

Cuando una empresa o corporación se encuentra sometida al racionamiento de capital y recibe las propuestas de sus plantas, sobre proyectos de inversión para lograr su crecimiento; esta situación exige reestructurar, hasta cierto punto, los criterios de decisión antes presentados. La corporación tiene un presupuesto limitado para asignarlo a sus plantas y su meta es la de maximizar el ingreso total resultante de la asignación de su capital a las plantas; éste tipo de situación que se pueden presentar, pueden resolverse de una manera directa donde se realice una enumeración exhaustiva de las posibles soluciones; el problema que se presenta es que no todas ellas son

factibles porque requieren de más capital del que dispone la corporación. La idea de la enumeración exhaustiva es la de calcular el costo total de cada una de las combinaciones. Si éste no excede al capital disponible, se obtiene su ingreso total. La solución óptima es la combinación factible que produce el más alto ingreso total.

EXAMINAREMOS LAS DESVENTAJAS DE LA ENUMERACION EXHAUSTIVA

1. Cada combinación define una política de decisión para todo el problema y por lo tanto, quizá no sea factible en términos de cálculo la enumeración de todas las combinaciones posibles para problemas de tamaños mediano y grande.
2. Las combinaciones infactibles no se pueden detectar con anticipación, lo cual nos conduce a que haya ineficiencia en términos de cálculo.
3. La información disponible referente a combinaciones investigadas con anterioridad no se utiliza para eliminar combinaciones inferiores futuras.

Dada la naturaleza del Presupuesto de Capital, es posible utilizar un procedimiento matemático diseñado principalmente para mejorar la eficiencia de cálculo de problemas de Programación Matemática seleccionados, descomponiéndolos en subproblemas de menor tamaño, y por consiguiente, más fáciles de calcular. Este procedimiento es la Programación Dinámica.

El problema del Presupuesto del Capital, puede reconocerse como una situación que se puede formular como un problema de Programación Dinámica debido a la estructura análoga que comparte con problemas de este tipo, ya que el problema se puede dividir en etapas que requieren una política de decisión en cada una de ellas, en donde en cada etapa intervienen exactamente una variable de optimización (u optimizadora). Cada etapa tiene un cierto número de estados asociados a ella. El efecto de la política de decisión en cada etapa es transformar el estado actual en estado asociado con la siguiente etapa. El procedimiento de solución está diseñado para encontrar una política óptima para el problema completo, es decir, una receta para las decisiones de la política óptima en cada etapa para cada uno de los estados posibles. Dado el estado actual, una política óptima para las etapas restantes es independiente de la política adoptada en etapas anteriores. El procedimiento de solución se inicia al encontrar la política óptima para la

última etapa. Los cálculos en las diferentes etapas se enlazan a través de cálculos recursivos de manera que se genere una solución óptima factible a todo el problema.

La ventaja que tiene este tipo de formulación matemática la podemos ver como sigue:

1. El problema se descompone en subproblemas (etapas) y cada subproblema se optimiza sobre sus alternativas de tal modo que no es necesario enumerar todas las combinaciones.
2. Debido a que la optimización se aplica a cada subproblema todas las combinaciones no óptimas se descartan sistemáticamente.
3. Los problemas están ligados de modo que no es posible optimizar sobre combinaciones no factibles.

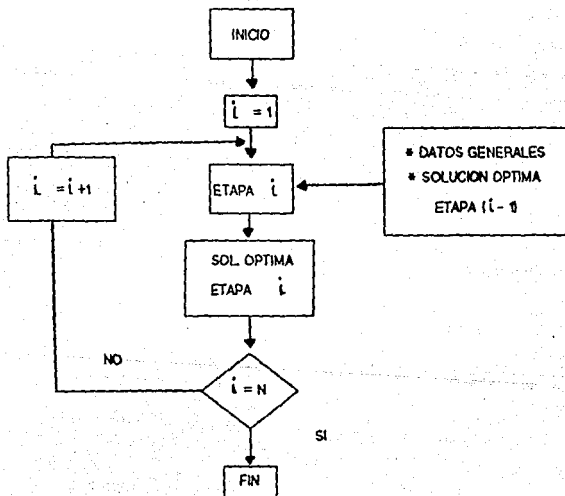
ESTRATEGIA DEL MODELO DE AVANCE DE PROGRAMACION DINAMICA

ETAPA

En un problema dinámico, o susceptible de modelarse con programación

dinámica, la estrategia a seguir es dividir el problema principal en N "Subproblemas" más simples que llamaremos **ETAPAS**. Estas etapas se resuelven en un orden secuencial y, por lo tanto, para poder determinar la solución óptima de una etapa se requiere disponer de la solución óptima de la etapa anterior.

En la siguiente figura se muestra, de manera general, las partes principales de un algoritmo de programación dinámica:



Una etapa en PD se define como la parte del problema que posee un conjunto de alternativas mutuamente excluyentes de las cuales se seleccionará la mejor alternativa.

ESTADO

En los problemas de la vida real es frecuente prever las distintas situaciones con las que pudiéramos encontrarnos antes de considerar todas las alternativas de acción. Lo anterior se refleja en los problemas planteados con programación dinámica. Específicamente, es posible tener varias situaciones distintas, para cada etapa i , que llamaremos estados posibles de la etapa i . Tales estados reflejan cierto tipo de información sobre el problema. Los estados deben ser identificados desde el principio para ser analizados exhaustivamente y, se puede decir, que su identificación es parte del arte de modelar el problema, usando programación dinámica.

DECISION.

En la programación dinámica para resolver la etapa i se necesita disponer de la solución óptima de la etapa anterior $i-1$ y esto nos indica

una relación entre los estados posibles de cada etapa. Esta relación se da por medio de acciones o decisiones, sobre las cuales se realiza el proceso de optimización, es decir, para cada estado existe un conjunto de alternativas de decisión que pueden ser adoptadas a partir de este estado.

Para determinar la decisión óptima de la etapa i , la programación dinámica identifica a cuales estados de la etapa $i-1$ es posible llegar desde el estado x_i y elegir la acción más adecuada que optimice los "recursos" para las primeras i etapas. Por lo anterior podemos concluir que la solución óptima de la etapa i consiste en encontrar una política óptima de decisión (para las primeras i etapas) para cada uno de los estados posibles de la etapa i .

Supongamos que estamos considerando una decisión u_i y un estado x_i fijos, de la etapa i , si la acción u_i puede ser adoptada (según el contexto del problema) desde el estado x_i y, además, la consecuencia de esa acción es encontrarse en un estado posible de la etapa anterior $i-1$, entonces se dirá que dicha acción u_i es una decisión factible para el estado x_i , o simplemente, de manera más general, una decisión factible para la etapa i . Definimos a:

$$D(x_i) = \left\{ u/u \text{ es una decisión factible para el estado } x \right. \\ \left. \text{en la etapa } i \right\}$$

O sea, D_i es el conjunto de decisiones factibles de la etapa i . En general diremos que u es la variable de decisión de la etapa que estemos tratando, o bien, cuando queramos precisar diremos que u_i es una variable de decisión de la etapa i . También diremos que u_i es una decisión óptima para la etapa i .

TRANSICION ENTRE ESTADOS.

Dado que la esencia de la programación dinámica es resolver los problemas por etapas donde, por medio de las acciones factibles de cada etapa, existe una relación entre los estados. En otras palabras, conociendo el estado actual y la decisión adoptada, podemos identificar el estado de procedencia. Esta relación la podemos expresar con la función llamada de transición (T):

$$x_{i-1} = x_i - c_i(u_i)$$

$$x_{i-1} = T(x_i, u_i)$$

UTILIDAD

En un problema de decisión generalmente sucede que al realizar una acción ante una situación determinada se incide en un **costo** o bien en una **ganancia**, que llamaremos utilidad. La utilidad es el recurso que queremos optimizar y que puede ser dinero, tiempo, distancia, etc.

En términos de nuestro lenguaje diremos que $R_i(x_i)$ representa la utilidad obtenida en la etapa i cuando nos encontramos en el estado x y tomamos la decisión u .

RELACION DE RECURRENCIA.

De todas las partes de la programación dinámica el concepto de relación de recurrencia es el más importante, puesto que, en ella se ven representados todos los demás elementos y sus interrelaciones.

La relación de recurrencia en que se basa la programación dinámica consiste en calcular la función $F_i(x_i, u_i)$ o, en términos más sencillos, $F_i^*(x_i)$ (de la etapa actual) en términos de una similar pero de "grado"

menor (etapa anterior). Para efecto de saber cuando disponemos de una política óptima de decisión diremos que: u_i^* es una política óptima de decisión para las primeras i etapas, desde un estado x_i , si para toda política u_i tenemos que:

$$F_i(x_i, u_i^*) \geq F(x_i, u_i) \quad \text{MAXIMIZA}$$

Para expresar matemáticamente la estrategia a seguir introducimos la notación siguiente: Sean

$i = 1, \dots, N$ (decisiones interrelacionadas que requieren la política de decisión).

$x_i =$ Cantidad de presupuesto asignado a la etapa i , o bien, cantidad de presupuesto que queda disponible para asignar a las etapas actual y restantes (estado posible de la etapa i).

VARIABLES

$u_i =$ alternativa en la etapa i .

$u_i^* =$ alternativa óptima para la etapa i .

$R_i(u_i)$ = ingreso de la alternativa u_i en la etapa i

$F_i(x_i)$ = rendimiento óptimo de las etapas 1,2,... i dado el estado x_i .

$c_i(u_i)$ = costo de la alternativa u_i en la etapa i

Donde la función objetivo maximiza los rendimientos del conjunto de alternativas sujeta a que los costos de éstas no sobrepasen al presupuesto.

ECUACION RECURSIVA

$$\text{Para 1} \quad F_1(x_1) = \underset{\substack{\text{MAX} \\ \text{FACTIBLE} \\ u_1}}{\left\{ R_1(u_1) \right\}}$$

$$\text{En gr.} \quad F_i(x_i) = \underset{\substack{\text{MAX} \\ \text{FACTIBLE} \\ u_i \quad i=1, \dots, N}}{\left\{ R_i(u_i) + F_{i-1}(x_{i-1}) \right\}}$$

Donde: $x_{i-1} = x_i - c_i(u_i)$

NOTA: La factibilidad de la propuesta u_i queda determinada si su costo c_i no excede el estado del sistema x_i en la etapa i

Entonces:

$$F_1(x_1) = \text{MAX}_{c_1(u_1) = x_1} \left\{ R_1(u_1) \right\}$$

$$F_i(x_i) = \text{MAX}_{c_i(u_i) = x_i} \left\{ R_i(x_i) + F_{i-1}[x_i - c_i(u_i)] \right\}_{i=1 \dots N}$$

Concluyendo, la programación dinámica consiste en resolver los problemas de optimización por medio de funciones recursivas. Para problemas de minimización estas funciones tienen exactamente la misma forma. Hay que observar que como F_i está definida recursivamente en términos de F_{i-1} cuando $i = 1$ tenemos una función F_0 que corresponde al valor máximo de la etapa cero que no existe, por lo que su valor no se calcula recursivamente sino que se da por definición de acuerdo con las características del problema. La función F_0 se conoce como la **Condición de Frontera** ya que con ella iniciamos el proceso de solución y generalmente damos de forma intuitiva su valor.

FORMULACION DE UN PROBLEMA.

A continuación se trata de dar un esquema general de los pasos a seguir en la aplicación de la programación dinámica para el planteamiento y solución de problemas, la secuencia de estos datos pretende ser solo una guía práctica y sistemática para proceder; y de ninguna manera un procedimiento rígido que se deba seguir al pie de la letra.

Como primer paso necesitamos saber si nuestro problema requiere y puede ser resuelto mediante la programación dinámica, para ello necesitamos identificar cuatro elementos básicos que son: Las etapas, los estados, las decisiones y la relación de recurrencia en la forma siguiente:

1. Definir claramente lo que significa estar en la etapa j del problema.
2. Definir el significado de "encontrarse" en el estado x_j de la etapa i
3. Definir las acciones o decisiones factibles.
4. Definir el significado que tiene la función recursiva cuando se sigue una política óptima de decisión.

Posteriormente para poder aplicar el algoritmo de la programación dinámica se necesita:

- a) Especificar los valores numéricos o nominales de los estados posibles de cada etapa, o sea, definir cada $x_i \quad \forall i=1, \dots, N$

- b) Dar el significado y los valores numéricos o nominales de las decisiones que se pueden efectuar a partir de los estados posibles de cada etapa.

- c) Dar el valor que correspondería a la condición de frontera de acuerdo al problema (esta condición podemos considerarla como una etapa más).

Una vez desarrollada la estructura general de la programación dinámica, se analizó y se puso énfasis en su propiedad recursiva, que reduce en gran medida el esfuerzo computacional de problemas de tipo combinatorio. Existen paquetes generalizados de programación dinámica, como el CSUDP y otros, que pueden comprobar la gran aplicación y eficiencia que proporcionan a problemas de todo tipo. La programación dinámica es una herramienta importante de optimización la cual se adapta muy bien a problemas de control y planeación como lo es el Presupuesto de Capital, ya que su versatilidad y gran facilidad de combinarse con técnicas como el VAN (Valor Actual Neto), que ya mostramos que es una

de las mejores técnicas de evaluación de proyectos de inversión, hacen posible que la programación dinámica se convierta en una herramienta de gran utilidad para la solución óptima de problemas en la Administración Financiera.

V.1 PROBLEMA DE APLICACION

En esta sección se presenta un caso particular de una de las múltiples aplicaciones de la Programación Dinámica, ya que este método de optimización permite ejercer un control adecuado sobre las etapas que integran un sistema.

Para el caso en que una corporación recibe propuestas de sus empresas filiales sobre posibles inversiones que lograrán un crecimiento de las mismas, y que, además, obtendrán un aumento en los rendimientos de las acciones generando un efecto cinérgico, hace indispensable la utilización de un método que permita obtener los resultados deseados, los cuales se ven reflejados en el incremento del valor de las acciones de la corporación, tomando en cuenta las limitaciones del capital, debido a que provocan un serio problema, dado que se hace necesario el evitar los excedentes considerables de recursos que no se puedan financiar, evitándose con esto, la indivisibilidad entre el presupuesto y el

financiamiento obtenido.

Sea el caso, en el cual la corporación cuenta con 4 plantas y tiene un presupuesto asignado de \$ 8 millones. A cada planta se le solicita presente sus propuestas, indicando el costo total (C) y el ingreso (R) para cada una de ellas. En la tabla siguiente, se resumen los costos e ingresos (en millones de unidades monetarias). La meta de la corporación es la de maximizar el ingreso total resultante de la asignación de los \$ 8 millones en las 4 plantas.

ALTERNATIVA	PLANTA 1		PLANTA 2		PLANTA 3		PLANTA 4	
	C ₁	R ₁	C ₂	R ₂	C ₃	R ₃	C ₄	R ₄
1	0	0	1	1.5	0	0	0	0
2	3	5	3	5	1	2.1	2	2.8
3	4	7	4	6	-	-	3	3.6

Cabe señalar, que el rendimiento o ingreso total que aparece en la tabla fue obtenido mediante el Valor Actual Neto (VAN), criterio de evaluación

de proyectos que permite a las empresas una gran confiabilidad en los resultados obtenidos y facilita la clasificación de aquellos con mayor VAN, ya que de esta manera, optimizaremos sobre las mejores alternativas de inversión, situación que logrará el mejor aprovechamiento de los recursos financieros con que contamos.

Aplicando el método definimos los estados para las etapas 1,2,3 y 4 como sigue:

x_1 = monto de capital asignado a la etapa 1

x_2 = monto de capital asignado a la etapa 1 y 2

x_3 = monto de capital asignado a la etapa 1,2 y 3

x_4 = monto de capital asignado a la etapa 1,2,3 y 4

en donde cada etapa corresponde a una planta de la corporación.

Sean:

Etapa 1

$$f_1(x_1) = \max \left\{ R_1(u_1) \right\}$$

$$c_1(u_1) \leq x_1 \quad u_1 = 1,2,3,4$$

S	alt. x_1	R ₁ (u ₁)			SOLUCION OPTIMA	
		1	2	3	f ₁ (x ₁)	u ₁ *
	0	0	-	-	0	1
	1	0	-	-	0	1
	2	0	-	-	0	1
	3	0	5	-	5	2
	4	0	5	7	7	3
	5	0	5	7	7	3
	6	0	5	7	7	3
	7	0	5	7	7	3
	8	0	5	7	7	3

Etapas 2

$$f_1(x_2) = \max \left\{ R_2(u_2) + f_1[x_2 - c_2(u_2)] \right\}$$

$$c_2(u_2) \leq x_2$$

S	alt. u_2 x_2	$R_2(u_2) + f_1[x_2 - c_2(u_2)]$			SOLUCION OPTIMA	
		1	2	3	$f_2(x_2)$	u_2^A
	0	-	-	-	-	-
	1	1.5+0	-	-	1.5	1
	2	1.5+0	-	-	1.5	1
	3	1.5+0	5+0	-	5	2
	4	1.5+5	5+0	6+0	6.5	1
	5	1.5+7	5+0	6+0	8.5	1
	6	1.5+7	5+5	6+0	10	2
	7	1.5+7	5+7	6+5	12	2
	8	1.5+7	5+7	6+7	13	3

Etapas 3

$$f_3(x_3) = \max_{c_3(u_3) \leq x_3} \left\{ R_3(u_3) + f_2[x_3 - c_3(u_3)] \right\}$$

\$	alt. x_3	$R_3(u_3) + f_2[x_3 - c_3(u_3)]$		SOLUCION OPTIMA	
		1	2	$f_3(x_3)$	u_3^*
	0	-	-	-	-
	1	0+1.5	2.1+0	2.1	2
	2	0+1.5	2.1+1.5	3.6	2
	3	0+5	2.1+1.5	5	1
	4	0+6.5	2.1+5	7.1	2
	5	0+8.5	2.1+6.5	8.6	2
	6	0+10	2.1+8.5	10.6	2
	7	0+12	2.1+10	12.1	2
	8	0+13	2.1+12	14.1	2

$$f_4(x_4) = \max \left\{ R_4(u_4) + f_3[x_4 - c_4(u_4)] \right\}$$

$$c_4(u_4) \leq x_4$$

alt. u_4		$R_4(u_4) + f_3[x_4 - c_4(u_4)]$			SOLUCION OPTIMA	
		1	2	3	$f_4(x_4)$	u_4^*
\$	x_4					
	8	0+14.1	2.8+10.6	3.6+8.6	14.1	1

Por lo tanto 14.1 millones es el ingreso óptimo.

De donde deducimos que la solución óptima para el capital disponible de

8 millones está dada:

Si $x_{i-1} = x_i - c_i(u_i)$ entonces:

$$x_4 = 8 \quad u_4^* = 1$$

$$x_3 = 8 - 0 = 8 \quad u_3^* = 2$$

$$x_2 = 8 - 1 = 7 \quad u_2^* = 2$$

$$x_1 = 7 - 3 = 4 \quad u_1^* = 3$$

Con lo que la solución óptima se expresa con el vector

$$(3, 2, 2, 1)$$

Y es así como queda terminada la solución del problema aprovechando todos los recursos.

En otros casos pueden existir más de una solución óptima que obtengan el mismo ingreso óptimo y dado este caso, cualquier vector resultante de éste grupo cumplirá con el objetivo señalado.

VI. CONCLUSIONES

El tema del Presupuesto del Capital es demasiado extenso. Las decisiones de Presupuesto de Capital involucran desembolsos (aplicación de recursos financieros), esperando obtener beneficios a través del tiempo, los cuales en ocasión podemos diferir. El principal problema que afrontan los directivos en la toma de decisiones de inversión a largo plazo, es el poder incorporar el valor del dinero a través del tiempo, así como el poder estimar el riesgo del proyecto, de tal manera que se maximice el valor de las acciones, reflejándose en el crecimiento del valor de la empresa.

En este trabajo nos hemos preocupado por ver algunos aspectos estratégicos que permitan al directivo contar con herramientas básicas para evaluar las inversiones y con ello facilitarle la toma de decisiones de los diversos proyectos de inversión que se le presenten. Establecimos el marco teórico para evaluar esas decisiones de invertir en el caso idealizado de certidumbre. El proceso de presupuestar el capital contempla las siguientes etapas: 1) Generación de proyectos, 2) La estimulación de las cantidades de las inversiones propuestas, 3) La evaluación de esos flujos de efectivo mediante la aplicación de criterios

de selección apropiados, y 4) La implantación de las decisiones de inversión, incluyendo controles y reevaluaciones periódicas.

La elección apropiada depende de las circunstancias en que se tome la decisión y de las prácticas que siga la empresa. Cabe señalar, que la adecuada selección de un proyecto se basa en los buenos cálculos de los flujos de efectivo, los cuales son determinantes para el éxito de cualquier programa de Presupuesto de Capital.

Básicamente, el grupo de criterios para la evaluación de proyectos de inversión asociado con el valor actual propicia de manera más directa la maximización del patrimonio de accionista, mientras que aquellos que se basan en la tasa de rendimiento hacen lo mismo con la maximización de utilidades; de cualquier manera, no todos los métodos de evaluación de proyectos se pueden aplicar todo el tiempo y a todas las decisiones. De hecho, es probable que se tengan que aplicar más de uno para evaluar un conjunto de éstos. La relación que guardan los criterios de decisión que se basan en el rendimiento es tal, que si uno indica la aceptación de un proyecto particular, todos indicarán la aceptación de dicho proyecto, tomando en cuenta que una estrategia de inversión que no incorpora el

ESTA TESIS NO DEBE ⁶⁹
SALIR DE LA BIBLIOTECA

valor del dinero en el tiempo, dentro de los cálculos, habrá de ser una herramienta inadecuada; además, de tomar las ventajas que ofrece el VAN (Valor Actual Neto) sobre los demás criterios de evaluación de proyectos, tratamos de justificar su uso. Los modelos financieros corporativos pueden proporcionar a la administración información suplementaria útil, permitiendo conocer el impacto de los nuevos proyectos sobre los futuros estados financieros.

El **Racionamiento de Capital** puede excluir cualesquiera inversiones que en otra situación pudieran ser atractivas, y por lo tanto, el costo de oportunidad de los fondos se vuelve importante. Si se imponen diversas restricciones sobre los periodos, el problema de escoger la mejor cartera de inversiones para satisfacer esas restricciones puede resolverse dentro de un contexto de Programación Matemática. Después de tomada la decisión de inversión, los controles debidos deberán ejercerse y los proyectos en curso deberán reevaluarse periódicamente, pues existe siempre la posibilidad de abandonarlos.

Se ha sugerido que la Programación Dinámica pueda desempeñar un papel útil en este contexto, seleccionando una cartera de inversiones

que, sujeta a todas las restricciones impuestas, maximice el VAN. Por lo tanto, es probable que el mayor beneficio de la programación dinámica para presupuestar capital, se encuentre en la información que se puede generar de este modelo con respecto a la restricción de recursos financieros y a la necesidad de considerar el valor del dinero a través del tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- a) Prawda, Juan
METODOS Y MODELOS DE INVESTIGACION DE OPERACIONES
Limusa, México 1989

- b) Hirshleifer, Jack
TEORIA DE PRECIOS Y SUS APLICACIONES
Prentice Hall Hispanoamericana S.A., México 1985

- c) Puxty Anthony G. & Colin Dodds J.
FINACIAL MANAGEMENT: Method and meaning
Van Nostrand Reinhold (Internacional) Co. Ltd., London 1986

- d) Brerman Harold, Jr.
PLANEACION FINANCIERA ESTRATEGICA
Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México 1987

- e) Taha Hamdy A.
INVESTIGACION DE OPERACIONES
Alfaomega, S.A., de C.V., México 1988

- f) Hillier Frederick S. & Lieberman Gerald J.
INTRODUCCION A LA INVESTIGACION DE OPERACIONES
Mc. Graw-Hill, México 1989

- g) Heyman, Timothy
INVERSION CONTRA INFLACION (Análisis y Administración de
Inversiones en México)
Milenio, S.A. de C.V., México 1988

- h) Weston Fred J. & Brigham Eugene F.
FINANZAS EN ADMINISTRACION VOL. 1
Interamericana S.A. de C.V., México 1987

- i) **Kreps Clifton H.**
ADMINISTRACION FINANCIERA DE LOS NEGOCIOS
Interamericana S.A. de C.V., México 1985

- j) **Bolten, Steven E.**
ADMINISTRACION FINANCIERA
Limusa, México 1983

- K) **Bolten, Steven E.**
INVERSIONES (Práctica, Metodología, Estrategía y Filosofía)
Instituto Mexicano de ejecutivos de Finanzas A.C., México 1989

- l) **Cortés Mora Antonio**
TESIS: PLANEACION FINANCIERA
Instituto Politécnico Nacional, México 1974

- m) **Vidales Hernández Raúl**
TESIS: APLICACION DE UN PAQUETE GENERALIZADO DE
PROGRAMACION DINAMICA
Universidad Nacional Autónoma de México, México 1990