

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE CONTADURIA Y ADMINISTRACION
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



INSTRUMENTOS METODOLOGICOS PARA LA PROGRAMACION Y ASIG
NACION DE RECURSOS DE INVERSION EN CONSTRUCCIONES ESCO
LARES.

T E S I S

Que para optar al grado de Maestro en Administra
ción presenta: (ORGANIZACION)

LUIS ENRIQUE HERNANDEZ RUIZ.

Ciudad Universitaria-México, D.F.

Primavera de 1987

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

C O N T E N I D O

	Pag.
INTRODUCCION	1
CAPITULO I	1
1. Antecedentes	
CAPITULO II	4
Esquema General para la Asignación de Recursos de Inversión	
1. Objetivos	
CAPITULO III	16
Desarrollo del Marco Metodológico	
1. Política	
2. Costo de construcción	
3. Gastos de mantenimiento	
4. Gastos de equipamiento	
5. Recursos	
6. Flujo de efectivo	
7. Selección de Proyectos	
8. Autorizaciones	
9. Construcción de la Planta Física.	
CAPITULO IV	30
Evaluación de Proyectos	
1. Consideraciones	
2. Cálculo de los costos	
CAPITULO V	50
Selección de Proyectos.	
1. Restricciones del Modelo	
2. Aplicación del modelo para selección de proyectos.	
CONCLUSIONES	58
APENDICE I	60
APENDICE II	65
APENDICE III	72
BIBLIOGRAFIA	76

INTRODUCCION,

En antecedentes se señala el camino seguido para llegar al marco metodológico desde las primeras investigaciones y asesorías hasta su integración final.

En el Capítulo II, se da a conocer los objetivos de la asignación de recursos desde diferentes enfoques y como el Proceso Administrativo es el punto de referencia para el desarrollo metodológico.

En el Capítulo III, se presenta en detalle cada una de las etapas o fases que comprende la metodología que se propone.

En el Capítulo IV, se efectúa la evaluación de los costos y beneficios y se realiza su jerarquización en función de su mayor relación B/C.

En el Capítulo V, se presenta un modelo para la asignación de recursos y se desarrolla un caso en base a la propia evaluación y a las restricciones presupuestales existentes.

En el Capítulo VI, se dan a conocer una serie de conclusiones resultado tanto del desarrollo del marco metodológico como de su aplicación a través del caso planteado.

Finalmente se presenta una relación por índice alfabético de la bibliografía utilizada y se anexan tres apendices que clasifican los conceptos sobre las herramientas utilizadas

CAPITULO · I

1. ANTECEDENTES

Los organismos administradores encargados de la construcción y operación de espacios educativos, se enfrentan al problema de distribuir su presupuesto educativo en forma eficiente y para tal efecto existe una gran variedad de criterios que pueden ser tomados en consideración para dicha distribución: políticos, económicos, técnicos, etc. Sin embargo, los aspectos económicos y financieros tienen un fuerte peso en las decisiones de asignación, y constituyen uno de los factores principales de su evaluación.

Ante esta complejidad de parámetros y variables que intervienen en la toma de decisiones para la correcta asignación de recursos se hizo necesario pensar en el desarrollo de marco metodológico a partir del cual se estructuraran todas las actividades a desarrollar y se utilizaran las herramientas de administración, evaluación de proyectos, investigación de operaciones entre otras.

El desarrollo de este marco metodológico fue el resultado de una serie de investigaciones, conferencias y publicaciones aisladas realizadas como investigador del Centro Regional de Construcciones Escolares para América Latina y el Caribe (CONESCAL), así como asesorías desarrolladas para el Gobierno de Guatemala en Noviembre de 1978, para la evaluación de treinta proyectos de construcción de Institutos de Enseñanza Media con financiamiento del Banco Mundial, la cual comprendía la definición de la factibilidad de ejecución de los proyectos. Esta asesoría se realizó en un momento crítico pues se llevó a cabo después de que habían sido asignados los créditos internacionales y el retraso en la conclusión de los proyectos para la ejecución de las obras había ocasionado que los intereses y el proceso inflacionario disminuyeran considerablemente la posibilidad de construir los treinta institutos.

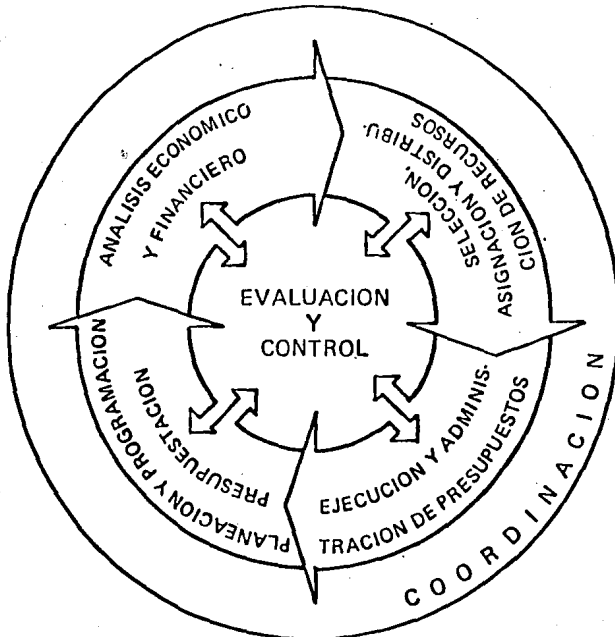
Posteriormente en Mayo y Junio de 1979, fuí invitado por el Gobierno Brasileño para impartir una serie de conferencias y efectuar asesorías para el "Programa de desenvolvimiento das instalacoes do ensino superior" (PREMESU) para las Universidade Federal do Pará y Universidade Federal do Espirito Santo a través de los "Encontros de Gerentes de Construcao e Chefes de Fiscalizacao das Obras"

Finalmente en Junio, Septiembre y Diciembre de 1983 y Marzo y Abril de 1984, fui invitado por el Gobierno Nicaragüence para primero diseñar una serie de "Instrumentos metodológicos para la elaboración de programas anuales de inversión" y después un conjunto de "Instrumentos metodológicos para la asignación de recursos de inversión para proyectos de espacios educativos".

Fue precisamente con este último trabajo que pude conjuntar los esfuerzos aislados realizados con anterioridad, definir el marco metodológico que es puesto a consideración en esta tesis y cuyo objetivo es presentar un marco metodológico para tratar de agrupar todos aquellos factores que intervienen en la evaluación y selección de proyectos de inversión en construcciones escolares, así como la de tratar de definir cuál es la ubicación de la asignación de recursos dentro de este contexto.

Es importante destacar que para cada uno de los conceptos que se enmarcan dentro del esquema del Proceso Administrativo, se necesita contar con el conocimiento e información, que permita su manejo adecuado, pues to que en sí mismos representan un área de trabajo bastante amplio y su conocimiento redunda en beneficio de los resultados finales.

En los siguientes capítulos se hace una descripción breve de algunos de estos conceptos con el propósito de visualizar su alcance.



CAPITULO II

ESQUEMA GENERAL PARA LA ASIGNACION DE RECURSOS DE INVERSION

1. OBJETIVOS.

1.1 Desde el punto de vista conceptual.

La asignación bajo esta óptica, consiste en definir con qué criterio se distribuirán los recursos disponibles para un conjunto de proyectos, los que deberán ser analizados y jerarquizados a fin de que su asignación sea racionalizada.

1.2 Desde el punto de vista económico-financiero.

Por medio de este enfoque, se pretende que los proyectos a los cuales les sean asignados recursos, no sólo sean eficientes -- desde un punto de vista del cumplimiento de los objetivos no - económicos, sino de la optimización de los recursos de inversión, por medio del análisis de su rentabilidad.

1.3 Desde el punto de vista institucional.

Desde este ángulo, el problema se vuelve un poco más complejo, puesto que si bien es cierto que el decisor institucional toma en cuenta los dos aspectos anteriores, concretamente en el sector educativo, se encuentra sujeto además de las restricciones presupuestales, a presiones políticas, gremiales, regionales y burocráticas en las cuales el factor negociación, introduce -- elementos de carácter aleatorio, que complican el establecimiento de variables que puedan medirse para establecer modelos de asignación. Sin embargo el objetivo es lograr la distribución de los recursos de inversión, en base a las prioridades que se establezcan a partir de la política educativa, para los proyectos de los programas prioritarios como consecuencia de dicha política, tomando en consideración todos los factores antes - aludidos.

Como se ve, el proceso de asignación para el caso que nos ocupa está íntimamente relacionado con la selección de proyectos y ésta, a su vez, con la evaluación previa de los mismos.

El motivo de la tesis consiste en parte en el análisis de alternativas de metodologías para la asignación de recursos de inversión, aun cuando esta actividad no puede quedar totalmente delimitada, en el sentido de definir una frontera clara entre lo que son estudios económicos y financieros, para determinar la factibilidad de la inversión y el aspecto de asignación, como tampoco se puede definir un límite claro entre asignación y ejercicio del gasto.

Es también de vital importancia entender que las alternativas de metodologías de asignación sean presentadas, con un enfoque financiero, económico o de investigación de operaciones, si bien no pueden desligarse de la "asignación política", la cual se fundamenta en presiones de personas o grupos políticos que se ven afectados con los criterios de asignación que se tomen y los montos de los recursos que les son otorgados. Sin embargo, no por esto podemos decir que el uso de instrumentos económicos y la investigación de operaciones para el análisis de alternativas y asignación de recursos de inversión, no sean una valiosa herramienta para la toma de decisiones que pretenda la optimización de los escasos recursos disponibles, fundamentando además esta toma de decisiones sobre bases más consistentes que la mera opción política.

Aún así, no se desliga de los modelos de asignación el aspecto político, puesto que éste, en gran parte, es función de la demanda de espacios educativos y esta variable es considerada en los modelos propuestos. Pero aún más, pensando en la desigualdad en cuanto a disponibilidad de recursos humanos, materiales e información, de las diferentes entidades a cuyo cargo está la construcción y operación de espacios educativos para poder llevar a cabo estudios serios de asignación racional, de los recursos de inversión, existen diferentes opciones entre aquellas cuya simplicidad de análisis permite establecer prioridades, en base a la ponderación de los diferentes proyectos de inversión.

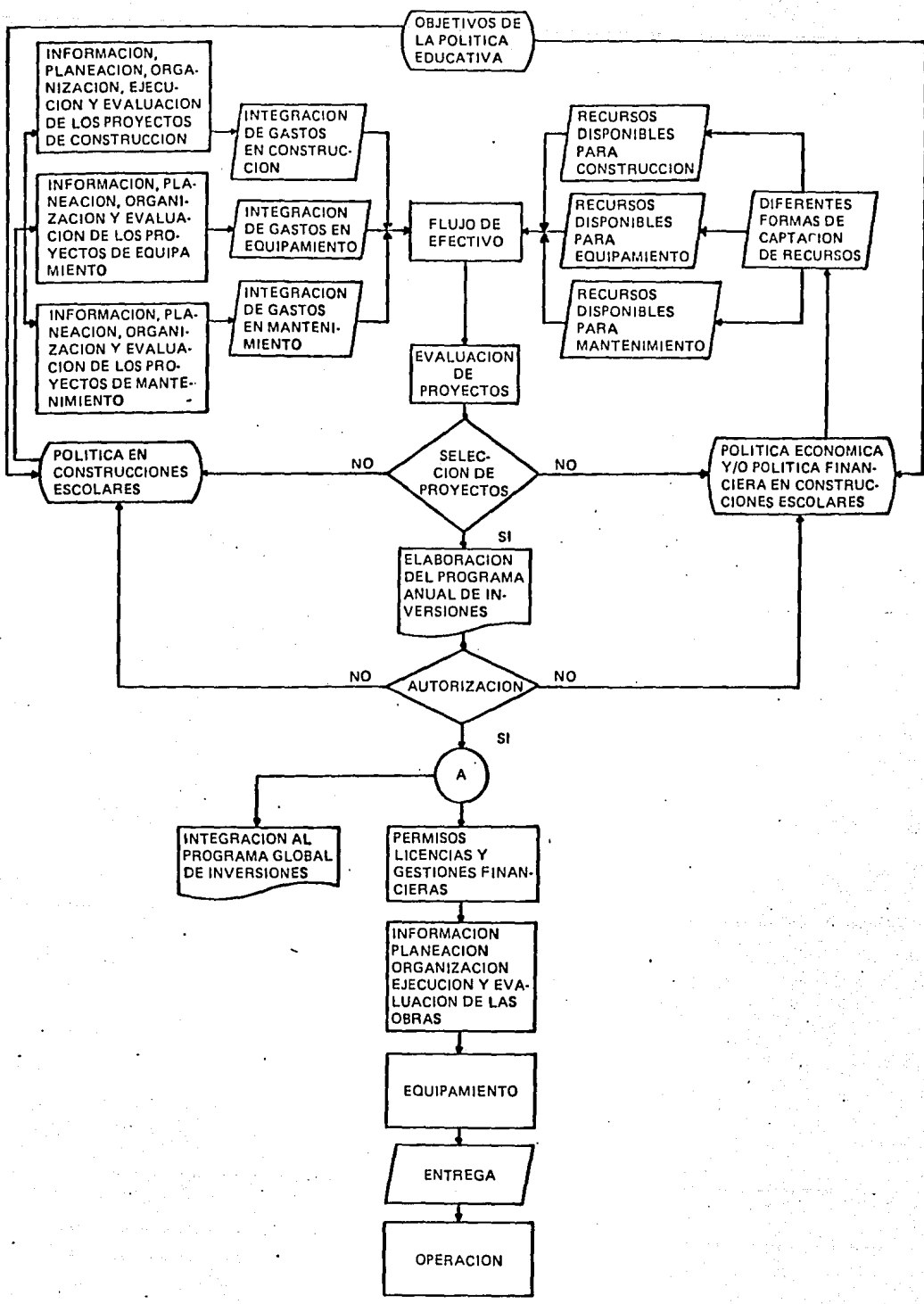
Estamos conscientes de las innumerables restricciones o limitantes que existen para poder efectuar una asignación adecuada de recursos, como pueden ser entre otras:

- . Necesidades educativas mayores a los recursos disponibles.
- . Mayor número de proyectos en relación con las disponibilidades de recursos.
- . Relación de recursos financieros comprometidos contra programados.
- . Falta de programas de inversión bien estructurados,
- . Elevado número de programas y proyectos, que impide su control y evaluación.

- . Falta de evaluación de inversiones realizadas con anterioridad.
- . Política Fiscal.
- . Cambio de prioridades.
- . Interrupciones en el proceso de asignación
- . Presiones políticas, gremiales, regionales, burocráticas.
- . Estructura técnica administrativa y organizativa deficiente.
- . Sistema altamente complejo y centralizado.
- . Criterios de asignación basados en tradición y costumbre.
- . Falta de información relevante y actualizada.
- . Falta de instrumentos metodológicos.
- . Falta de fluidez en la comunicación.
- . Separación entre quienes preparan los programas de asignación, quienes los negocian y quienes asignan los recursos.

Sin embargo, como se ha mencionado se considera que el intento de sistematizar el método de asignación permite clarificar el camino, pues de no ser así, muchos conceptos o aspectos importantes se pasarían por alto asignándose recursos, no de manera óptima, sino con las limitaciones arriba descritas y sus inherentes consecuencias. Por esta razón se trata de tomar el mayor número de variables que pudieran influir en la asignación, para lo cual se plantea el siguiente esquema como marco metodológico, que como una innovación integra la serie de actividades previas y posteriores que intervienen en el proceso de asignación.

Es importante señalar que mediante este esquema se agrupan las actividades tanto de la evaluación de los proyectos como la de la asignación óptima de recursos, aspectos que tradicionalmente se han manejado en forma separada.



MARCO METODOLOGICO

1. POLITICAS

OBJETIVO DE LA POLITICA EDUCATIVA

1. Ofrecer la educación primaria a todos los niños.
2. Castellanzar y proporcionar la primaria bilingüe a la población indígena.
3. Dar a la población adulta la oportunidad de recibir la educación básica o complementaria en su caso.
4. Ofrecer un año de educación preescolar a todos los niños.
5. Dar la oportunidad de cursar la secundaria general a todos los que la demanden.
6. Desarrollar las distintas modalidades de la secundaria técnica según las necesidades de cada zona.
7. Propiciar el desarrollo armónico de la educación superior en todo el país, racionalizando el uso de los recursos que se destinen a ella.
8. Fomentar la educación profesional de nivel medio superior.
9. Mejorar los contenidos y métodos educativos.
10. Difundir la cultura a través de los medios de comunicación.
11. Implantar sistemas que eleven la eficiencia de la acción educativa.

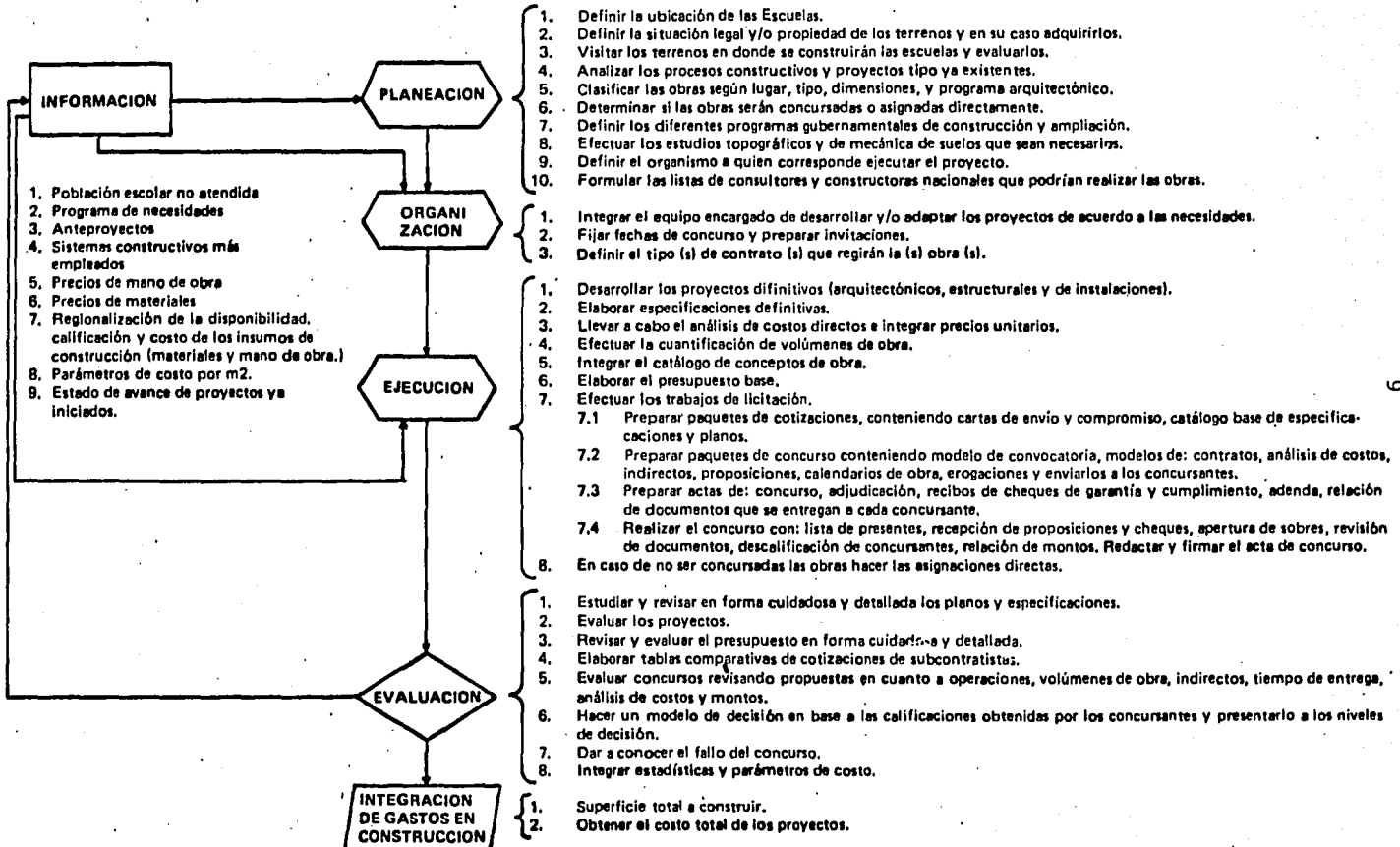
POLITICA EN CONSTRUCCIONES ESCOLARES

1. Ampliar y mejorar la infraestructura física educativa.
2. Aprovechar al máximo los recursos que puedan brindar las comunidades.
3. Ayudar al desarrollo de las comunidades mediante el aprendizaje de técnicas de construcción.
4. Reforzar el espíritu de cooperación y fraternidad que les permita ejecutar otras obras de beneficio comunal.
5. Bajar los costos de mantenimiento y los riesgos de vandalismo y mal uso del edificio escolar.
6. Mejorar las condiciones físicas de las instituciones escolares por medio de la participación permanente de las comunidades.
7. Dar prioridad a regiones con mayores necesidades.
8. Utilizar en la construcción, materiales locales o regionales.
9. Diseñar buenos modelos de construcción de acuerdo con la idiosincracia regional.
10. Adoptar sistemas constructivos que abaten los costos de mantenimiento.

POLITICA ECONOMICA Y/O POLITICA FINANCIERA EN CONSTRUCCIONES ESCOLARES

1. Política financiera.
 - 1.1 Período de amortización del crédito.
 - 1.2 Período de gracia.
 - 1.3 Tasas de interés.
 - 1.4 Tasa de compromiso sobre lo no desembolsado.
 - 1.5 Horizonte económico de análisis de los proyectos.
2. Definir los costos de oportunidad de:
 - 2.1 Capital
 - 2.2 Mano de obra
 - 2.3 Materiales.
3. Definir el impacto socio-económico que se pretende alcanzar; a nivel nacional, regional y local; con las medidas de política económica y financiera que vayan a implementar.
4. Optimizar los recursos económicos disponibles mediante una adecuada planeación, programación y control de la inversión en todas sus etapas.

2. COSTOS DE CONSTRUCCION

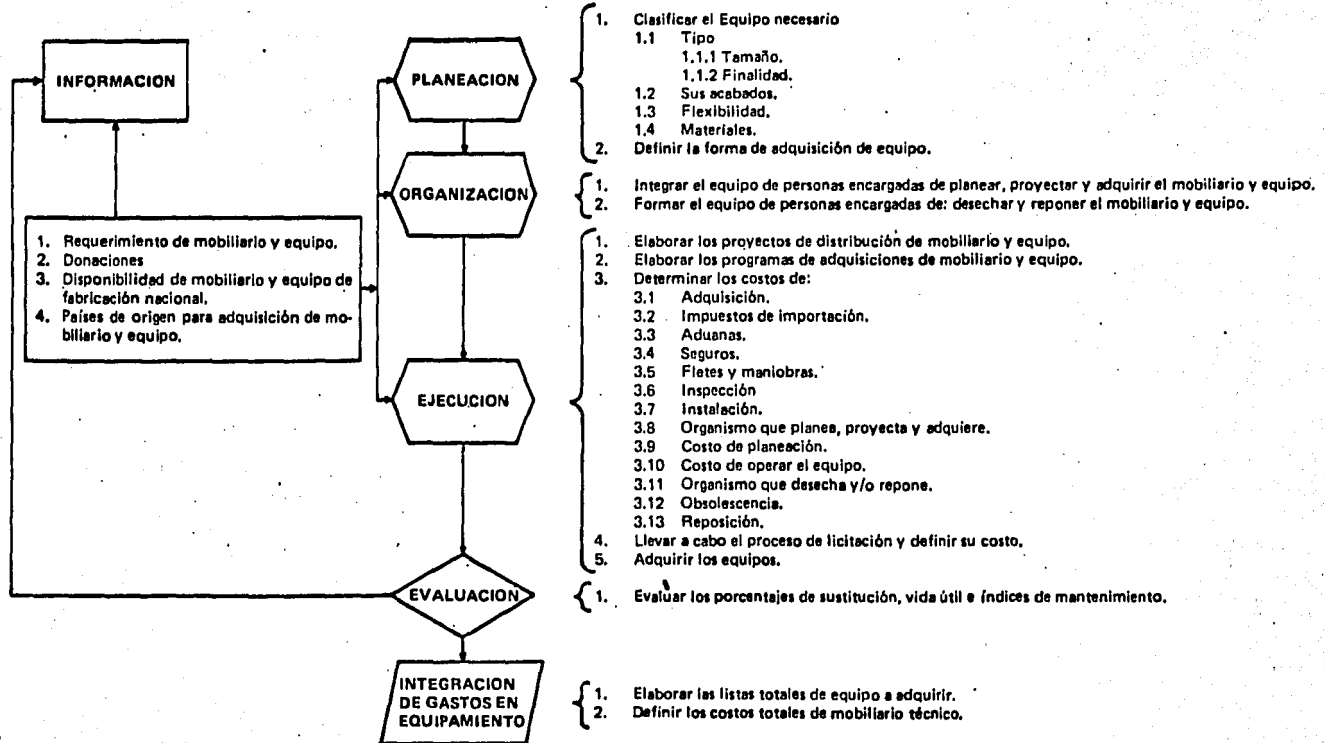


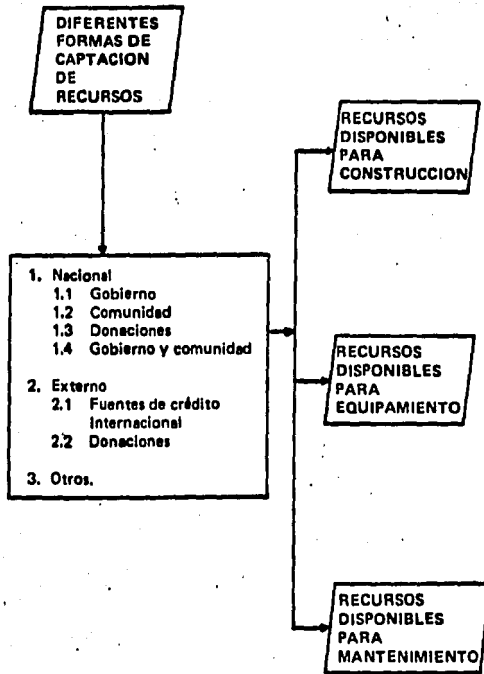


3. GASTOS DE MANTENIMIENTO

1. Determinación de las necesidades de mantenimiento
 - 1.1 Mobiliario y Equipo
 - 1.2 Construcción
2. Definición de las políticas de mantenimiento
 - 2.1 Mobiliario y Equipo
 - 2.2 Construcción
3. Establecimiento de prioridades de mantenimiento
 - 3.1 Mobiliario y Equipo
 - 3.2 Construcción
4. Determinar la distribución geográfica de los edificios escolares
1. Definición del sistema administrativo para ejecutar las obras de mantenimiento.
 - 1.2 Por contrato
 - 1.3 Por administración directa
 - 1.4 Por ayuda comunal
 - 1.5 Por administración directa y ayuda comunal.
2. División de autoridad y responsabilidad por área geográfica (dirección, operación, supervisión y control)
3. Asignaciones de funciones
4. Flujo de órdenes, coordinación e información
5. Recursos de personal necesario (cantidad, formación, adiestramiento, contratación).
6. Definición de la estructura administrativa del sistema escolar.
7. Elaboración de presupuestos de adaptación, ampliación, sustitución y/o reparación
1. Inspección de la escuela y elaboración del reporte
2. Ordenes de trabajo de acuerdo a las prioridades
3. Asignación de materiales y personal
4. Ejecución de las labores de mantenimiento
 - 4.1 Ordenes de trámite
 - 4.2 Avance de obras
5. Elaboración del programa de trabajo en base a los volúmenes de trabajo.
1. Evaluación de lo planeado con lo ejecutado
2. Coincidencia del reporte de ejecución con el de inspección
3. Elaboración del reporte de ejecución
4. Cumplimiento con lo programado
5. Ajuste del programa de mantenimiento
6. Comparaciones, para presupuestación y pronóstico
1. Definición de los costos totales de mantenimiento de:
 - 1.1 Mobiliario y equipo
 - 1.2 Construcción

4. GASTOS DE EQUIPAMIENTO

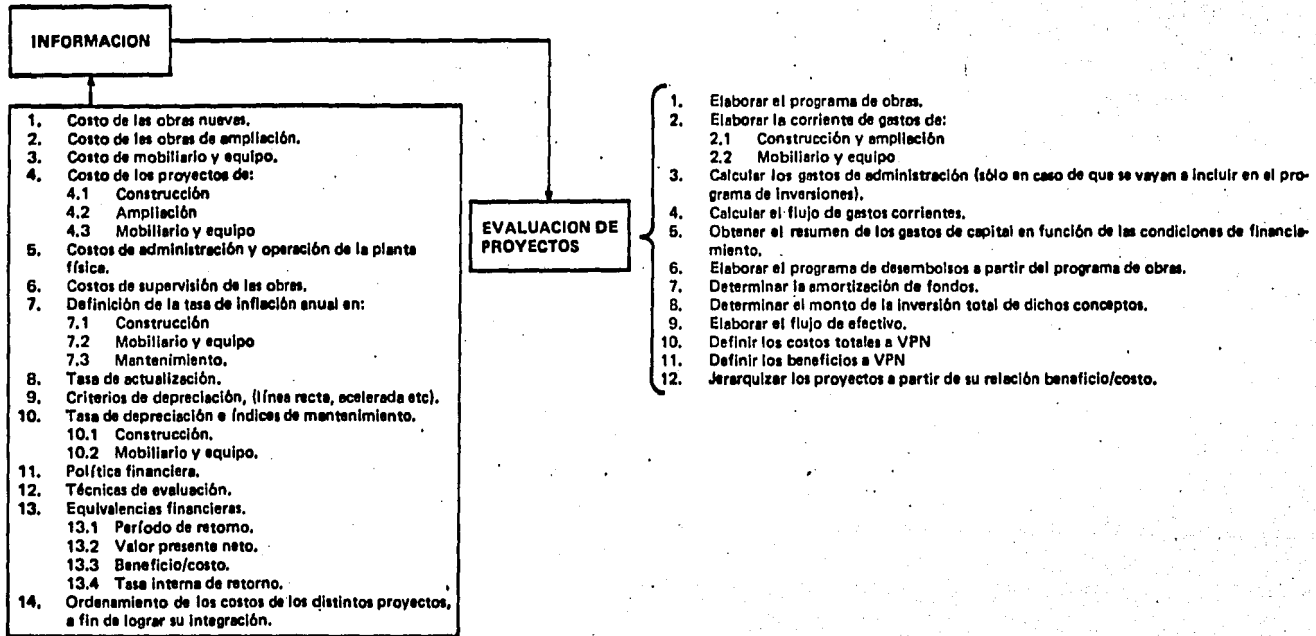




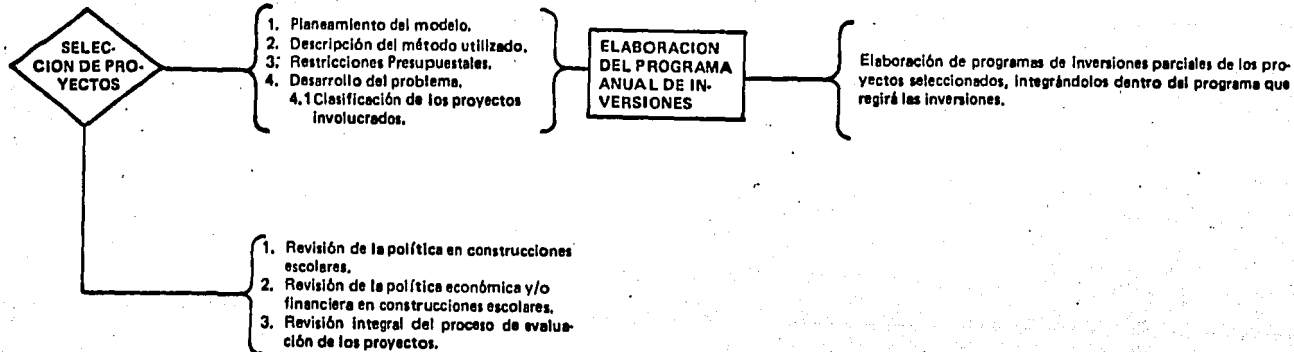
5. RECURSOS

1. Definición del total de recursos para construcción:
 - 1.1 Requeridos
 - 1.2 Programados
 - 1.3 Comprometidos
 - 1.4 Disponibles
 2. Definición de la participación porcentual relativa de cada una de las asignaciones de cada organismo, institución o fuente otorgante de los recursos.
 3. Definición de ampliaciones o reducciones, así como las causas que los generaron.
 4. Definición de alternativas de financiamiento y/o alternativas de acción y solución para los programas inicialmente propuestos.
 5. Establecimiento de los mecanismos para la captación de recursos en esta área.
-
1. Definición del total de recursos para equipamiento:
 - 1.1 Requeridos
 - 1.2 Programados
 - 1.3 Comprometidos
 - 1.4 Disponibles
 2. Definición de la participación porcentual relativa de cada una de las asignaciones de cada organismo, institución o fuente otorgante de los recursos.
 3. Definición de ampliaciones o reducciones, así como de las causas que las generaron.
 4. Definición de alternativas de captación de recursos y/o alternativas de acción y solución para los programas inicialmente propuestos.
 5. Establecimiento de los mecanismos para la captación de recursos en esta área.
-
1. Definición del total de recursos para mantenimiento:
 - 1.1 Requeridos
 - 1.2 Programados
 - 1.3 Comprometidos
 - 1.4 Disponibles
 2. Definición de la participación porcentual relativa de cada una de las asignaciones de cada organismo, institución o fuente otorgante de los recursos.
 3. Definición de ampliaciones o reducciones, así como de las causas que las generaron.
 4. Definición de alternativas de captación de recursos y/o alternativas de acción y solución para los problemas inicialmente propuestos.
 5. Establecimiento de los mecanismos para la captación de recursos en esta área.

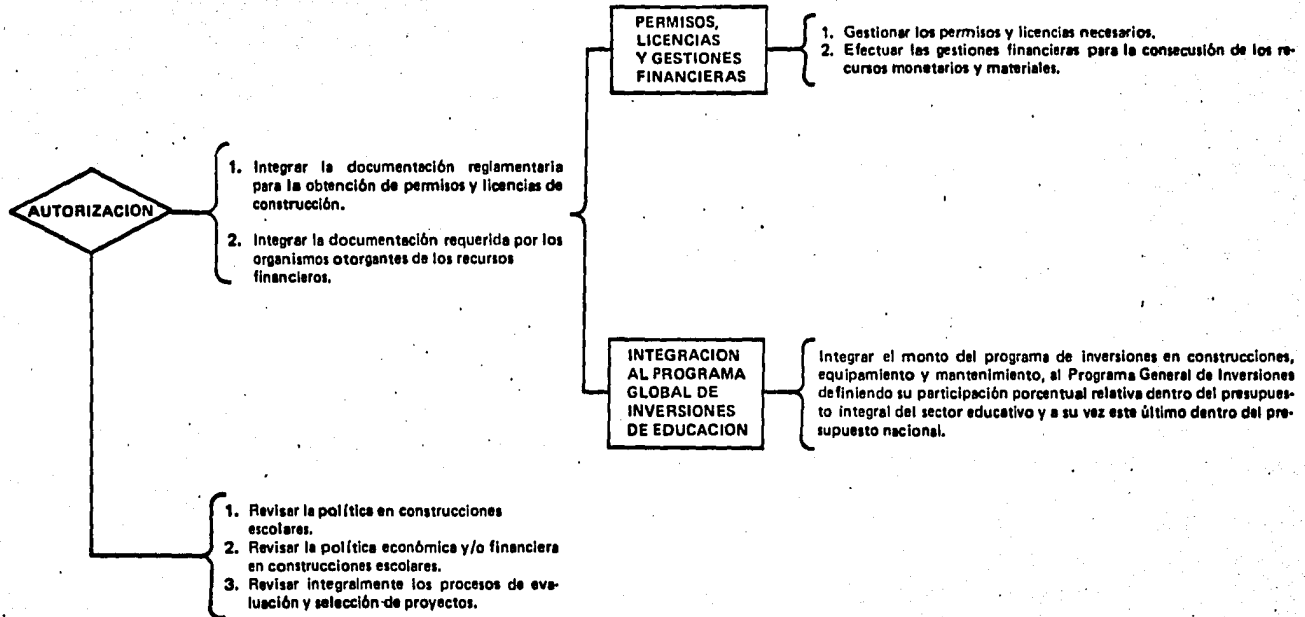
6. FLUJO DE EFECTIVO



7. SELECCION DE PROYECTOS



8. AUTORIZACIONES



CAPITULO III

DESARROLLO DEL MARCO METODOLOGICO

En este capítulo se realiza una descripción resumida de los nueve componentes del marco metodológico, es decir, Políticas, Costos de Construcción, Gastos de Mantenimiento, Gastos de Equipamiento, Recursos, Flujo de Efectivo, Selección de Proyectos, Autorizaciones y Construcción de la Planta Física, para una mejor comprensión de los conceptos que los integran.

1. Política

En el caso de las construcciones escolares, como ya se indicó en el capítulo anterior, las políticas educativas juegan un papel de gran importancia, ya que su desconocimiento puede afectar parte del proyecto, en ocasiones, hasta su total realización.

2. Costo de construcción.

La información señalada en el cuadro respectivo es básica y es la mínima necesaria previa a las fases de planeación, organización, ejecución y evaluación para lograr la integración de los gastos de construcción.

Es conveniente, con el propósito de optimizar recursos, que se revisen los proyectos que ya han sido realizados con anterioridad, a fin de seleccionar aquellos que sean útiles aun cuando sea necesario hacerles algunas modificaciones.

Otro aspecto que no puede dejarse pendiente, es el que se refiere al establecimiento de la garantía de propiedad de los terrenos y la realización en los mismos de los estudios previos a la ejecución de los proyectos.

Por lo que se refiere a los consultores y constructores es preciso establecer un padrón o directorio por especialidades, capacidad económica y técnica que permita llevar el registro para conocer el cumplimiento, en cuanto a tiempo, costo y calidad, que las personas o empresas han tenido en la realización de los proyectos y las obras que con anterioridad se les hubieran encomendado.

Por último, corresponde a los involucrados en la ejecución de los proyectos efectuar una revisión constante de los mismos antes, durante y

después de llevar a cabo las obras para que a través de un proceso de retroalimentación sea posible lograr mejores resultados.

3. Gastos de Mantenimiento

El mantenimiento que normalmente no se realiza porque se da prioridad a obras nuevas, está siendo revalorado ante situaciones de crisis económica. Para ello se parte siempre de un diagnóstico sobre el estado que guardan las instalaciones, se ordena, clasifica y jerarquiza esta información tomando en consideración los siguientes factores:

- a) Tipo de reparación en la escuela.
- b) Disponibilidad financiera para cubrir la inversión necesaria.
- c) Disponibilidad y grado de dificultad en la consecución de los materiales requeridos en el mercado local.
- d) Distancia a que se encuentra la escuela solicitante.
- e) Disponibilidad de transporte y recursos móviles.

En este tipo de acciones su eficacia se mide a través del análisis del cumplimiento de los objetivos y metas propuestos ya que el mantenimiento a primera vista no da el lucimiento y el prestigio político que se obtiene al realizar obras nuevas.

Para realizar una evaluación de los costos de mantenimiento se recomienda consultar el APENDICE No. 1, que nos da una metodología de análisis que simplifica esta tarea con resultados muy próximos a la realidad.

4. Gastos de Equipamiento

La elaboración de las listas de requerimientos sobre equipo deben ser preparadas por un departamento especializado, quien deberá integrar un registro o padrón de diseñadores y fabricantes de mobiliario y equipo tanto nacionales como extranjeros, que a partir de las especificaciones sobre calidad, tiempo de entrega y costo estén en posibilidad de abastecer los volúmenes que les sean requeridos. Asimismo, la información sobre el país de origen, sobre todo en el caso de equipo, es importante porque influirá en su instalación y futuro mantenimiento.

Este grupo de personas deberá estar capacitado para lograr una gran eficiencia en la adquisición oportuna del mobiliario y equipo requerido, fundamentalmente por razones de cumplimiento de las necesidades pedagógicas y también por razones económicas al abatir costos por efectuar las adquisiciones de acuerdo con programas bien establecidos que eviten incrementos.

Por otra parte hay que considerar que el costo final del equipo se integra por los siguientes conceptos:

Adquirir.

Aquí debemos considerar que el valor de adquisición del equipo no sólo comprende el precio de compra sino también los gastos ocasionados por su adquisición hasta el momento en que aquél pueda ser puesto en uso.

Importación y Aduanas.

La adquisición del mobiliario y equipo necesario para la dotación de las implementaciones físicas no siempre es posible hacerla en el mismo país, por lo que es necesario, en muchas ocasiones, recurrir a la importación de algunas cantidades, lo que se traduce en gastos sobre permisos de importación y trámites de aduanas.

Con relación a los impuestos de importación éstos se fijan de acuerdo a un porcentaje respecto al valor del equipo. Cuando se trata de franquicia fiscal se dice que hay exención de impuestos, por lo que su valor es 0 %.

Seguros.

Para seguridad de los compradores ya que las mercancías provienen de distintos lugares y, sobre todo, dada la responsabilidad de dotación de equipo a las instituciones escolares es necesario que éste llegue en buenas condiciones y en posibilidad de buen funcionamiento, haciéndose indispensable el seguro del mismo, desde su salida hasta su puesta en funcionamiento. Este tipo de gasto es variable dependiendo del riesgo cubierto.

Fletes y maniobras.

La fabricación de los equipos en sitios distintos a los de su aplicación hace necesario su transporte marítimo, aéreo o terrestre, para lo cual existen diversas tarifas que deberán incluirse dentro del costo total.

Inspección, Instalación, Almacenaje, Funcionamiento, Fecha Decisiva.

Los gastos de instalación son efectuados por el personal calificado para dejar el equipo en condiciones de operación satisfactoria, es decir, corresponden al complemento de la instalación total del equipo (maniobras de distribución y situación de la maquinaria, equipo, mobiliario y herramienta, fijación de anclajes, conexiones hidráulicas, sanitarias, especiales, etc.).

También deben ser considerados los gastos de almacenaje debido a que desde el momento de la adquisición hasta la entrega definitiva, se pasa por diversas instancias que requieren de este tipo de servicio.

Los gastos de funcionamiento en ocasiones se consideran por separado porque la puesta en marcha y entrenamiento del personal son significativos.

Costo de Planeación.

Influye en el costo de equipamiento desde el momento en que se concibe la idea de dotación de mobiliario y equipo para la implementación física y se realizan las primeras gestiones para conseguir los fondos o financiamientos para la adquisición de los mismos.

Costo del Proyecto de Equipamiento.

Una vez que la idea ha sido planteada y autorizada por un determinado programa tentativo de inversión, se procede a la elaboración del proyecto de equipamiento. El costo de los proyectistas, dibujantes, material utilizado, especialistas de equipo se deben integrar también al costo de equipamiento.

Costo de Operar el Equipo.

Con la entrega del equipo en posibilidades de operación, se deberán considerar los gastos de material necesario para operación, instructores, material de consumo, herramientas y accesorios de reposición.

Costos del Departamento que determina el desecho o reposición del equipo.

Cuando los equipos ya han cumplido su función dentro de las instituciones es preciso evaluar sus condiciones de servicio, evaluación que corresponde a otro departamento distinto del que opera.

Costo de Obsolescencia o Valor de Desecho.

Es el valor determinado para el equipo en el momento en que, con motivo de la amortización, cesa su explotación por parte de la institución, bien sea que se desgaste o que se venda.

El valor de desecho se calcula considerando el importe que puede ser obtenido por el equipo al venderlo menos gastos relacionados con su desmonte y venta.

Costo de Reposición.

Se llama así al valor de adquisición de un equipo nuevo equivalente, es decir, si los fines que se persiguen son los mismos.

De esta manera se obtiene la totalidad de los costos de equipamiento que deberán ser considerados para la evaluación global de los proyectos.

5. Recursos

La decisión sobre las diferentes formas de captación de recursos competen al Gobierno Central, pero una vez definidas, el Organismo Educativo deberá conocer su monto y participación, para que a su vez proceda a su distribución de acuerdo con los programas aprobados.

Recursos disponibles para construcción:

La cuantificación total de recursos para construcción es el resultado de la suma de las necesidades económicas planteadas para la ejecución de cada proyecto. Los recursos programados son los mismos que los requeridos, pero distribuidos en el tiempo según programas de erogaciones totalizados.

Los recursos comprometidos son aquellas partidas de dinero que el Organismo Educativo compromete para la realización de los proyectos seleccionados, pero en función de los acuerdos establecidos con las fuentes otorgantes de dichos recursos.

Los recursos disponibles son los recursos reales con que se contará una vez que se han hecho las deducciones, ya sean éstas motivadas por cambios de prioridades, disminución de partidas inicialmente asignadas al Organismo Educativo, o pérdida en el valor adquisitivo de la moneda generado por el incremento en los costos de los insumos de la construcción, retraso en la ejecución de las obras, etc. entre otras causas.

La definición de la participación relativa porcentual de las asignaciones de las fuentes otorgantes de recursos permite conocer la forma en que se estructurarán los recursos para programarlos y distribuirlos de la forma más adecuada con el propósito de dar preferencia a cada obra por ejecutar, mantener cierta continuidad y que no se demore su terminación por variaciones en la asignación de fondos.

Las ampliaciones se deben fundamentalmente a incrementos en los costos como consecuencia de:

- a) Incremento del valor de los materiales de construcción;
- b) Escasez de materiales en los mercados locales;
- c) Aumento de las necesidades físicas reales de los centros educativos;
- d) Diferencia de tiempo entre el programa y la ejecución de las obras aun cuando se tenga contemplado un imprevisto en el costo de cada uno de los proyectos a ejecutarse, sin llegar a ser suficiente;
- e) Incremento de la población estudiantil a nivel nacional debido a la política de amplia cobertura y la transformación de los objetivos de la educación;
- f) El término de la vida útil de los materiales utilizados en construcciones escolares y que nunca han tenido mantenimiento;
- g) Obsolescencia de las normas y materiales de construcción de épocas muy anteriores, las que actualmente no tienen vigencia. Estas consideraciones llevan a solicitar en ocasiones ampliaciones hasta del 100 %.

Por lo que se refiere a reducciones a los presupuestos originales, éstas se logran mediante la implementación de políticas restrictivas en la ejecución física de los proyectos, como es atender únicamente aquellos rubros necesariamente prioritarios en la planta educativa.

Para el análisis de todas las alternativas de financiamiento, tanto internas como externas, se hace un estudio de las diferentes posibilidades en función de los recursos necesarios y las condiciones de crédito. Las alternativas de acción se seleccionan de acuerdo a prioridades, como antes se mencionó.

Los mecanismos para la captación de recursos varían según el organismo donante u otorgante de los recursos, pero normalmente se les entrega una ayuda de memoria de los proyectos que se piensan realizar con los recursos solicitados.

De la misma manera se procede para determinar los recursos disponibles para equipamiento y mantenimiento.

6. Flujo de efectivo.

Información:

El costo de las obras nuevas se define como el monto total de las obras programadas y aprobadas por el Organismo Educativo para el año en cuestión. Es decir, a partir de los costos predeterminados para sus respectivos proyectos cuya suma nos dará el monto total de las -

inversiones a precios constantes sin considerar la inflación, ya que ésta será tomada en cuenta en el momento de efectuar el flujo de efectivo.

Los costos de obras de ampliación y mobiliario y equipo se definen -- igual que en el caso anterior, totalizando las inversiones previstas.

Los costos de los proyectos se calculan por cada uno de los organismos que intervienen en la elaboración de los mismos e incluyen el costo que representó tanto en recursos técnicos como materiales.

Los costos de administración y operación de la planta física deberán ser considerados dentro del programa de inversiones, sólo si quedan -- bajo la responsabilidad directa del Organismo Educativo.

Los costos de supervisión deberán definirse como un porcentaje del importe de la obra que se va a realizar.

Para cada uno de los insumos (materiales, mano de obra y herramienta) que integran el costo directo de los conceptos de obra, deberá conocerse cuál es el crecimiento mensual en su costo, con el propósito de definir las tasas de inflación anual ponderada. Para ello se recomienda recurrir a los distintos organismos constructores. En el establecimiento de tasas ponderadas de inflación, en relación a los costos -- de construcción, es necesario definir cuál es el crecimiento promedio de sueldos y salarios, cuál el de materiales y cuál el de herramienta por un lado, y por el otro cuál es su participación relativa dentro -- de cada concepto de obra. En aquellos conceptos que sean los más representativos, en cuanto a costo dentro del presupuesto, se determinará el producto de estos factores por la tasa ponderada de inflación.

Por ejemplo, supongamos que la mano de obra representa, dentro del -- concepto de obra "concreto en estructura" un 40 %, los materiales un 59 % y la herramienta 1 % y a su vez el incremento mensual en mano de obra es del 2 %, el de materiales 5 % y herramienta un 4 %, entonces tendremos:

$$\begin{aligned} 40 & \times 0.02 = 0.80 \\ 59 & \times 0.05 = 2.95 \\ 1 & \times 0.04 = \underline{0.04} \end{aligned}$$

3.79 % que es la tasa de inflación ponderada mensual para "concreto en estructura". Pero si además definimos esta tasa para el 20 % de los conceptos cuyo costo representa el 80 % del importe del presupuesto, estaremos en posibilidad de -- conocer la tasa de inflación ponderada mensual para construcción con bastante confiabilidad, permitiéndonos de esta forma ser más acertados en la solicitud de los recursos de inversión anual. De la misma manera se procederá para mobiliario, equipo y mantenimiento.

La tasa de actualización se establece tomando en cuenta las tasas antes descritas, así como incrementos en el índice de costos de la vida, la inflación monetaria, tasas bancarias, etc., y en base a la experiencia y criterio del propio evaluador.

Al establecer los criterios de depreciación deberán tomarse en cuenta las tasas que para este efecto tiene establecidas la institución gubernamental encargada de esta labor, pero teniendo siempre en cuenta el sistema constructivo empleado y el método de depreciación seleccionado ya sea línea recta, acelerada u otro, de tal forma que una vez que se adopte cualquiera de ellos siempre se utilice el mismo con el fin de ser consistentes.

La tasa de depreciación se establece según los criterios antes descritos y los índices de mantenimiento se obtienen como se estipula en el APENDICE No. 1.

La política financiera se establece de acuerdo con los lineamientos establecidos por el Organismo Educativo.

Por otra parte, la técnica de evaluación seleccionada está en función de los criterios de eficiencia económica o de rentabilidad de los proyectos, o bien de los criterios de eficiencia en cuanto a demanda satisfecha o población escolar atendida. En el primer caso se tendrán relaciones BENEFICIO/COSTO y en el segundo relaciones EFICIENCIA/COSTO.

El uso de las equivalencias financieras permite al evaluador tener diferentes alternativas de comparación para jerarquizar los proyectos y puede decirse que lo más conveniente es hacer uso de, cuando menos, dos de estos criterios porque cada uno presenta ventajas y desventajas.

Por ejemplo, el criterio de Período de Retorno nos da a conocer el tiempo en que recuperamos la inversión, pero sin considerar el valor actualizado del dinero, aspecto que sí es tomado en cuenta por el criterio del Valor Presente Neto. Sin embargo, este criterio no indica cuál es la mejor tasa de inversión, lo cual nos permite conocer el criterio de Tasa Interna de Retorno. En el APENDICE No. 2 se presenta la descripción de estos criterios.

Por último, una vez que se conoce el costo de los distintos proyectos se procederá a su integración.

Evaluación de Proyectos:

Cada proyecto individualmente deberá contar con un programa de obra, los cuales se integrarán en uno solo para entrar al cálculo del flujo de efectivo.

La corriente de gastos de construcción se define como la suma de los costos de construcción, de acuerdo con los programas de obra integrados, de todas las obras que se van a realizar en el año. Lo mismo se hará para las partidas de mobiliario y equipo, debiéndose preparar las proyecciones con un mínimo de tres meses de antelación a la terminación del período de inversión anterior, con la finalidad de hacer su envío a Inversiones para el cálculo del flujo de efectivo. Cabe señalar que estos costos deberán ser actualizados por inflación.

Tal y como se mencionó, los gastos de administración sólo se involucrarán en aquellos programas en los que el Organismo Educativo así lo Considere; pero para el caso que aquí nos ocupa no serán contabilizados.

Para calcular el flujo de gasto corriente, se procederá a contabilizarse en este rubro los gastos de mantenimiento.

Para resumir los costos de capital se necesitan conocer las condiciones de financiamiento, fundamentalmente por lo que se refiere a la participación de cada uno de los otorgantes de recursos de cada proyecto a considerar dentro del programa anual de inversiones, para posteriormente formular el cuadro resumen de dichas inversiones.

La elaboración del programa de desembolsos de cada proyecto se deriva del programa de obra y de las inversiones correspondientes de cada proyecto, los cuales deberán ser acumulados en períodos mensuales para obtener el programa de desembolsos total anual.

Aquí es importante definir la forma en que serán amortizados los créditos otorgados, en caso de existir, debiendo tomar en cuenta el punto de vista que se siguió al negociarlo, por lo que toca a la forma de pago; por ejemplo si existe período de gracia, la tasa de interés por lo no desembolsado, el interés sobre pago del capital pactado, si el capital se pagará en cantidades iguales para períodos iguales mientras que los intereses serán de crecimiento, o por el contrario, la suma de interés de capital más el capital son iguales para períodos iguales, etc.

La suma de los gastos corrientes, en caso de que se vayan a considerar dentro del programa anual de inversiones, los gastos de capital que son propiamente las de inversión y los costos de amortización de créditos (antes descritos), nos dará el total de usos o egresos dentro del flujo de efectivo.

Una vez que se conoce el total de usos o egresos y el monto total de recursos otorgados a través del crédito, por simple diferencia se conocerá el monto de las transferencias internas o importación que tiene que hacer el gobierno mensualmente para el programa anual que se esté considerando.

A estas inversiones se les aplica la tasa de actualización mensual, que Inversiones del Organismo Educativo fije, y de esta manera se de finirá la inversión total anual a valores del dinero equivalentes en el principio de la inversión.

De igual manera que en el caso anterior pero para los beneficios calculados, se obtiene el monto del dinero actualizado de los mismos.

Conocidos tanto los costos como los beneficios a valor presente se deberá proceder a la jerarquización de los proyectos en base a su relación Beneficio/Costo o a su relación Eficiencia/Costo, para aquellos casos en que el indicador de evaluación no se fundamente en criterios económicos.

7. Selección de Proyectos

La selección desde el punto de vista económico, si bien no político, podría estar a cargo de la unidad de seguimiento de Evaluación de Proyectos del Organismo Educativo.

Modelos de selección de inversiones:

Los modelos que se formulan para seleccionar entre un conjunto de proyectos aquellos que hacen máxima la función de beneficio para un presupuesto dado, pertenecen a la rama de la programación entera, ya que no es posible elegir fracciones de proyecto. Existen diversos algoritmos que han sido desarrollados para resolver este tipo de problemas.

El algoritmo utilizado para resolver el problema que aquí se plantea es el de ramificación y doble acotación desarrollado por F. Ochoa - Rosso, y que se presenta en el APENDICE No. 3.

Desarrollo del Problema:

Por simplicidad en la exposición del método durante el desarrollo del algoritmo de selección, el importe tanto de los costos como de los beneficios, se maneja en cantidades cerradas.

La clasificación de los proyectos involucrados se hace a partir de los resultados obtenidos al aplicar el modelo de selección a los proyectos considerados.

Elaboración del Programa Anual de Inversiones:

El cumplimiento del objetivo propuesto al iniciar el planteamiento para el uso de estos "Instrumentos Metodológicos" será la elaboración

de los programas de inversiones parciales de los proyectos seleccionados y su integración dentro del programa anual que registrará las inversiones, para que una vez que éstas sean aprobadas se inicie su aplicación a través de la ejecución de las obras.

En caso de no ser aprobadas las inversiones deberá procederse a la retroalimentación del sistema por medio de:

- a) Revisión de la política educativa en construcciones escolares.
- b) Revisión de la política financiera y/o económica en construcciones escolares; y
- c) Revisión integral del proceso de evaluación de los proyectos.

8. Autorizaciones

Una vez autorizados los diferentes programas de inversión se procederá con la integración de la documentación, ya sea ésta para fines de licencias de construcción o requerimientos de financiamiento, por cada uno de los organismos involucrados del Organismo Educativo.

En caso de no ser aprobados los programas y/o proyectos procederíamos a retroalimentar toda la información que disponemos para efectuar las revisiones y ajustes que sean necesarios para nuevamente someterlos a los niveles de decisión.

Conocidos los montos de las inversiones aprobadas se integrarán éstas al programa global de inversiones y se determinará su participación porcentual relativa, de cada organismo, dentro del mismo programa de inversiones del Organismo Educativo, así como dentro del presupuesto nacional.

9. Construcción de la Planta Física.

Información:

Los proyectos definidos deberán ser entregados por los diseñadores a cada una de las unidades encargadas de llevar a cabo o controlar su ejecución, quienes a su vez, en caso de concursar o asignar directamente las obras, serán los encargados de entregar los proyectos respectivos a los contratistas designados para realizar dichas obras.

Para las especificaciones de obra se procederá igual que en el caso anterior.

El sistema constructivo deberá ser seleccionado a partir de aquéllos con que actualmente cuenta el Organismo Educativo, o bien, dentro de algún otro que se proponga debido a nuevos requerimientos, pero siempre en función de las necesidades locales de la comunidad y de los requerimientos educativos.

Para poder desempeñar en forma eficiente las actividades que se programen para desarrollar la obra, deberá existir una óptima organización de su planta en construcción. La correcta distribución de la planta de construcción evitará, por ejemplo, movimiento de materiales con sobre acarreos y la consecuente baja productividad y rendimiento de la mano de obra. También si hacemos una adecuada ubicación de las instalaciones provisionales prevendremos cambios futuros conforme avance la obra, que sólo ocasionarían incremento en los costos.

Definiremos el plan maestro como la estrategia a seguir en la realización de la obra. En sí, este plan nos dice cómo debemos iniciar la obra y cómo se van a desenvolver las actividades involucradas en su ejecución, de tal forma que se optimicen los recursos humanos materiales, de espacio y tiempo. Para ésto se propone el siguiente esquema que nos permite visualizar la ubicación del plan dentro del contexto general de la planeación de la obra.

Los presupuestos ya elaborados son el punto de referencia, tal y como se muestra en el diagrama, para la ejecución y control de cada obra.

Planeación:

La elaboración de estos programas de obra corresponde, ya sea al contratista designado por el Organismo Educativo para la ejecución de la misma bajo la supervisión y con la autorización del encargado del proyecto, o a las dependencias del citado Organismo, cuando la ejecución de la obra va a estar directamente bajo su responsabilidad.

Organización:

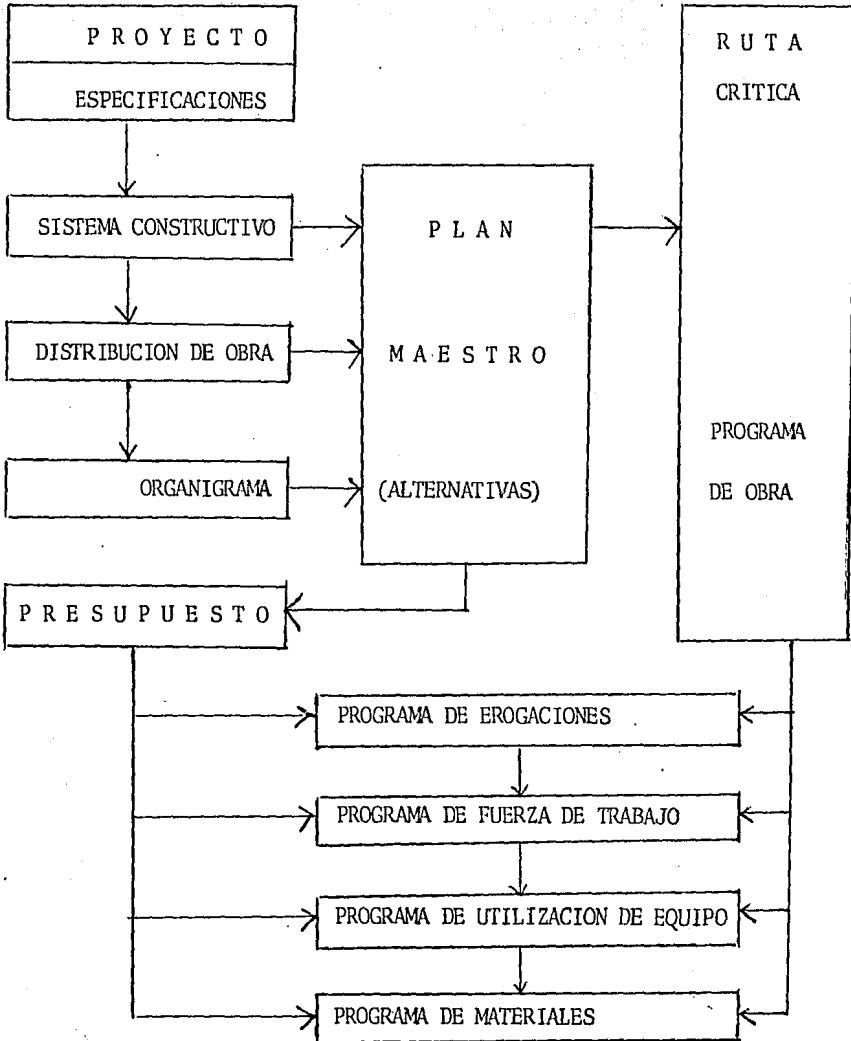
Corresponde a las instancias del Organismo Educativo antes señaladas diseñar el organigrama de las personas que van a ejecutar las obras, o en caso contrario, al contratista al que se le otorguen los contratos.

La integración de los equipos de supervisión tiene que ser desempeñada por el personal cuyas obras estén bajo su responsabilidad.

Los suministros y contratación de personal deberá efectuarlo, ya sea el personal antes descrito o el contratista, dependiendo de las condiciones bajo las cuales se realizará la obra.

Ejecución:

La ejecución de las obras estará a cargo de las contratistas designadas por el Organismo Constructor y la supervisión estará a cargo del personal que el Organismo designe.



La revisión para la autorización y pago de planillas de obra ejecutada será responsabilidad, en primera instancia, de los ingenieros responsables de la supervisión de las obras, de sus jefes inmediatos y después del departamento de contabilidad del Organismo Educativo.

Será responsabilidad de contabilidad del Organismo Educativo llevar el control contable de las obras,

Evaluación:

Corresponde a los ingenieros de campo encargados de supervisar las obras, recabar y clasificar toda la información sobre costos reales de obra para cada región del país, para cada sistema constructivo y nivel educativo.

Para la clasificación e integración de índices y parámetros de costo se propone la creación de un banco de datos que sirva de fuente de información para todas las obras que en el futuro se realicen y para la elaboración de programas de inversión proforma.

La tarea de supervisión de las obras debe encomendarse a los ingenieros de campo de tal manera que se pueda llevar en forma adecuada para obtener un mejor tiempo, costo y calidad en su ejecución.

Conclusión de los Trabajos:

La entrega del mobiliario y equipo estará a cargo del Departamento de -- Mobiliario Escolar del Organismo Educativo y su recepción por quien tenga a su cargo la obra.

La revisión final será responsabilidad del ingeniero de campo que tuvo a su cargo la supervisión de las obras. La entrega la hará la más alta autoridad del Organismo Educativo, o cualquier otro funcionario designado para tal efecto y la recepción estará a cargo de las autoridades educativas, regionales, locales y/o la comunidad en su caso.

La operación y administración de la planta física quedará bajo la responsabilidad de las instituciones, organismos o entidades, (incluyendo la comunidad) que las autoridades del Organismo Educativo designen.

CAPITULO IV

EVALUACION DE PROYECTOS

Aún cuando existen diversos criterios económicos para evaluar proyectos, como pueden ser, entre otros: Período de Retorno, Valor presente Neto, Beneficio/Costo, Tasa Interna de Retorno, en este capítulo haré uso del tercero, porque es el criterio que permite integrarse al modo de selección utilizado para la asignación de recursos.

Para tener una idea más objetiva de estos criterios, se recomienda -- ver el Anexo II.

Entonces el objetivo de la evaluación de proyectos, como ya se mencionó, es el establecimiento cuantitativo de una jerarquización de los proyectos en los que respecta a su ejecución. Dado entonces un conjunto de proyectos, se obtiene un número que representa una medida de la preferencia que tiene cada proyecto en relación a los demás.

1. Consideraciones.

- a) Se conocen los costos asociados a cada proyecto.
- b) Se conocen las tasas internas de retorno de todos los proyectos.
- c) Se dispone de los datos necesarios para evaluar los beneficios económicos.

2. Cálculo de los costos.

Los costos de capital como los de amortización de créditos se estima a través de flujos de efectivo.

Los proyectos a considerar son:

- a) Proyecto P₁; dos escuelas primarias para 320 alumnos en un turno.
- b) Proyecto P₂; escuela técnica agropecuaria con matrícula de 400 alumnos.
- c) Proyecto P₃; escuela técnica industrial con matrícula de 500 alumnos.
- d) Proyecto P₄; escuela secundaria con matrícula de 700 alumnos en dos turnos.

Para este trabajo se tomarán como insumos del problema a resolver después de haberse analizado: los indicadores de áreas construídas y equipadas; la matrícula especificada y los costos de inversión para las tasas de interés establecidas, incluyendo la amortización de los créditos; el costo del mantenimiento de la planta física; el mobiliario y equipo así como el gasto corriente generado por la operación de las escuelas y todo ello considerado para un horizonte económico de 20 años, llevados a valor presente. Se analiza, como ejemplo los costos de uno de los cuatro proyectos; el proyecto P₄ que corresponde a la escuela secundaria con matrícula de 700 alumnos en dos turnos.

ANALISIS DEL PROYECTO P₄

CUADRO No. 1. PROGRAMA DE OBRAS, EQUIPAMIENTO Y RECONSTRUCCION

PROGRAMA	A	N	O
	1987	1988	1989
CONSTRUCCION	64 %	20 %	16 %
RECONSTRUCCION	70 %	20 %	10 %
MOBILIARIO Y EQUIPO	15 %	65 %	25 %

ANALISIS DEL PROYECTO P₄

CONSTRUCCION	500	320	100	80
MOB. Y EQUIP.	400	60	240	100
RECONS.	30	21	6	3
TOTAL INVERTIDO	930 *	401	346	183

* A precios constantes.

CALCULO DE LA CORRIENTE DE GASTOS DE CAPITAL PARA COSTOS DE CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION.

(CIFRAS EN MILLONES DE PESOS)

1	2	3	4	5	6	7
PERIODO	AÑO	TASA DE INFLACION PARA COSTOS DE CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION.	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION CADA AÑO.	COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION CON INFLACION	COSTO TOTAL DE RECONSTRUCCION	COSTO TOTAL DE RECONSTRUCCION VALOR CON INFLACION.
		$T_c = (1.80)^n$				
1	1987	1.800	320	576	21	38
2	1988	3.240	100	324	6	19
3	1989	5.832	80	466	3	16
4	1990					
5	1991					
6	1992					
7	1993					
8	1994					
9	1995					
10	1996					
11	1997					
12	1998					
13	1999					
14	2000					
15	2001					
16	2002					
17	2003					
18	2004					
19	2005					
20	2006					

8	9	10	11	12	13
COSTO TOTAL DE CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION SIN INFLACION	$C_n = (1 - 0.04n)$ DEPRECIACION COMERCIAL DE LA CONSTRUCCION.	$C_m = C_n \times i_m \times Col. 8$ COSTO DE MANTENIMIENTO A VALORES CONSTANTES. $i_m = 0.034$	$C_{mi} = T_{icm} \times C_m$ COSTO DE MANTENIMIENTO VALOR CON INFLACION. $T_{icm} = 0.60$	COSTO TOTAL POR AÑO DE CONSTRUCCION Y RECONSTR. VALOR CON INFL.	$C_p = 0.05 \times Col. 12 \times T_{ic}$ COSTO DE ESTUDIOS Y PROYECTOS VALOR CON INFLACION
530	0.96	17.29	1.60	27.66	614
	0.92	16.57	2.52	42.41	343
	0.88	15.85	4.09	64.82	482
	0.84	15.13	6.55	99.10	
	0.80	14.41	10.48	151.01	
	0.76	13.69	16.77	229.58	
	0.72	12.97	26.84	348.11	
	0.68	12.25	42.94	526.01	
	0.64	11.53	68.71	792.22	
	0.60	10.81	109.95	1188.55	
	0.56	10.09	175.92	1775.03	
	0.52	9.37	281.47	2637.37	
	0.48	8.64	450.35	3891.02	
	0.44	7.29	720.57	5252.95	
	0.40	7.20	1152.92	8301.02	
	0.36	6.48	1844.67	11953.46	
	0.32	5.76	2951.47	17000.46	
	0.28	5.04	4722.36	23800.69	
	0.24	4.32	7555.78	32640.96	
	0.20	3.60	12089.25	43521.30	

14

$C_s = 0.02 \times \text{Col. 12}$
COSTO DE SUPERVISION
DE OBRA. VALOR CON IN
FLACION.

12.28

6.86

9.64

15	16	17	18	19	20
PERIODO	AÑO	TASA DE INFLACION PARA ADQUISICION DE MOBILIA RIO Y EQUIPO. $T_{ie} = (1.90)^n$	COSTO DE ADQUISICION DE MOBILIARIO Y EQUI PO A VALORES CONSTAN TES.	COSTO DE ADQUISICION DE MOBILIARIO Y EQUIPO. VA LOR CON INFLACION.	COSTO TOTAL DE MOBILIARIO Y EQUIPO EN LOS TRES AÑOS. VA LOR CON INFLACION.
1	1987	1.900	60	114	1665
2	1988	3.610	240	866	
3	1989	6.859	100	685	
4	1990				
5	1991				
6	1992				
7	1993				
8	1994				
9	1995				
10	1996				
11	1997				
12	1998				
13	1999				
14	2000				
15	2001				
16	2002				
17	2003				
18	2004				
19	2005				
20	2006				

21	22	23	24	25
$Cne=(1-0.05n)$ DEPRECIACION COMER CIAL DE MOBILIARIO Y EQUIPO.	$Cme-Cnexime \times Col. 18$ COSTO DE MANTENIMIENTO A VALORES CONSTANTES $i_{me} = 0.03$	$Time(1.40)^n$ TASA DE IN FLACION PARA EL MANTE- NIMIENTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO.	$Cmie=Time \times Cme$ COSTO DE MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO VALOR CON INFLACION	TOTAL DE GASTOS DE CAPITAL (SUMA DE COLUMNAS (11, 12, 13, 14, 19 y 24).
0.95	1.71	1.40	2.38	813.49
0.90	8.10	1.96	15.87	1273.94
0.85	10.20	2.74	27.94	1269.40
0.80	9.60	3.84	36.86	135.96
0.75	9.00	5.38	48.42	199.43
0.70	8.40	7.52	63.16	492.17
0.65	7.80	10.54	82.21	430.32
0.60	7.20	14.75	106.20	632.21
0.55	6.60	20.66	136.35	928.57
0.50	6.00	28.92	173.52	1362.07
0.45	5.40	40.50	218.70	1993.73
0.40	4.80	56.70	272.16	2909.16
0.35	4.20	79.37	333.35	4224.38
0.30	3.60	111.12	400.02	5652.97
0.25	3.00	155.57	466.71	8767.73
0.20	2.40	217.79	522.69	12144.11
0.15	1.80	304.91	548.83	16486.60
0.10	1.20	426.88	512.25	21762.87
0.05	0.60	597.63	358.57	27559.37
0.00	----	-----	-----	32640.97

RUBROS PRESU- PUESTARIOS.	AÑO	GASTOS	CONTRAPARTIDA DE FINANCIAMIENTO GOBIERNO.		PARTIDA DE FINANCIAMIENTO ORGA- NISMO DE CREDITO.	
- ESTUDIOS Y PROYECTOS	87	43.17	100 %	43.17	----	-----
- CONSTRUCCION Y RE--	87	614.00	30 %	184.20	70 %	429.80
CONSTRUCCION.	88	343.00	30 %	102.90	70 %	240.10
	89	482.00	30 %	144.60	70 %	337.40
- SUPERVISION	87	12.28	100 %	12.28	----	-----
	88	6.86	100 %	6.86	----	-----
	89	9.64	100 %	9.64	----	-----
* SUB-TOTAL						
- ADQUISICION DE MOBI-	87	114.00	40 %	45.60	60 %	68.40
LIARIO Y EQUIPO.	88	866.00	40 %	346.40	60 %	519.60
	89	685.00	40 %	274.00	60 %	411.00
* SUB-TOTAL						
- MANTENIMIENTO CONSTRUCCION						LA FUENTE DE FINANCIAMIENTO SERA EN SU TOTALIDAD GUBERNAMENTAL.
- MANTENIMIENTO MOBILIARIO Y EQUIPO.						LA FUENTE DE FINANCIAMIENTO SERA EN SU TOTALIDAD GUBERNAMENTAL
* SUB-TOTAL						
- FINANCIAMIENTO TOTAL		3175.95		1169.65		2006.30

CUADRO No. 5.- PROGRAMA DE DESEMBOLSOS DEL ORGANISMO CREDITICIO.

RUBROS	1987	1988	1989
ESTUDIOS Y PROYECTOS	----	----	----
CONSTRUCCION Y RECONSTRUCCION	429.80	240.10	337.40
SUPERVISION	----	----	----
SUB-TOTAL	429.80	240.10	337.40
ADQUISICION DE MOBILIARIO Y EQUIPO	68.40	519.60	411.00
SUB-TOTAL	68.40	519.60	411.00
MANTENIMIENTO DE CONSTRUCCION	----	----	----
MANTENIMIENTO DE MOBILIARIO Y EQUIPO	----	----	----
SUB-TOTAL	----	----	----
TOTALES :	498.20	759.70	748.40

AMORTIZACION DE CREDITOS

1	2	25	26	27
PERIODO	AÑO	PROGRAMA ANUAL DE DESEMBOLSOS	CANTIDADES NO DESEMBOLSADAS	PAGO DE COMPROMISO Col. 26 x TASA DE COMPROMISO. Tc = (1.5%)
1	1987	498.20	1508.10	22.62
2	1988	759.70	748.40	11.23
3	1989	748.40	-----	-----
4	1990			
5	1991			
6	1992			
7	1993			
8	1994			
9	1995			
10	1996			
11	1997			
12	1998			
13	1999			
14	2000			
15	2001			

28

29

30

31

CONSTRUCCION, MOBILIARIO Y EQUIPO

PAGO DE PRINCIPAL	SALDOS INSOLUTOS	PAGO DE INTERESES Col. 29 x TASA DE INTERES (8.5 %)	TOTAL DE AMORTIZACION DE CREDITOS Col.s. 27 + 28 + 30
----	498.20	42.35	64.97
----	1257.90	106.92	118.15
----	2006.30	170.35	170.35
167.19	1839.11	156.32	323.51
167.19	1671.92	142.11	309.30
167.19	1504.73	127.90	295.09
167.19	1337.54	113.69	280.88
167.19	1170.35	99.47	266.66
167.19	1003.16	85.26	252.45
167.19	835.97	71.05	238.24
167.19	668.78	56.84	224.03
167.19	501.59	42.63	209.82
167.19	334.40	28.42	195.61
167.19	167.21	14.21	181.40
167.19	-----	-----	167.19

CUADRO No. 7.-

FUENTES Y USOS DE FONDOS

FUENTES

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.- INGRESOS												
1.1 Por transferen- cias internas	357.64	621.39	1962.52	461.47	488.22	587.83	711.20	898.87	1181.02	1600.02	221776	3119.35
1.2 Por endeuda- miento externo	498.20	759.70	748.40									
TOTAL DE FUENTES	855.84	1381.09	2710.92	461.47	488.22	587.83	711.20	898.87	1181.02	1600.02	221776	3119.35

USOS

2.- GASTOS DE CAPITAL												
2.1 Estudios y Proyectos	43.17											
2.2 Construcción	614.00	343.00	482.00									
2.3 Supervisión de obra.	12.28	6.86	9.64									
2.4 Adquisición de mobi- liario y equipo.	114.00	866.00	685.00									
2.5 Mantenimiento de -- construcción.	27.66	42.41	64.82	99.10	151.01	229.58	348.11	526.01	792.22	1188.55	177503	2637.37
2.6 Mantenimiento de mo- biliario y equipo.	2.38	15.87	27.94	36.86	48.42	63.16	82.21	106.20	136.35	173.52	21870	272.16
SUB-TOTAL	813.49	1274.17	2540.57	135.96	199.13	292.74	430.32	632.21	928.57	1362.07	199373	2909.55
3.- GASTOS CORRIENTES												
3.1 Gastos administrativos	no se contabilizaron											
4.- AMORTIZACION DE CREDITOS												
4.1 Pago de principal	---	---	---	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	16719	16719
4.2 Pago de interés	42.35	106.92	170.35	156.32	142.11	127.90	113.69	99.47	85.26	71.05	5684	40.63
SUB-TOTAL	42.35	106.92	170.35	325.51	289.09	295.09	280.88	266.66	252.45	238.24	22403	209.82
TOTAL DE USOS	855.84	1381.09	2710.92	461.47	488.22	587.83	711.20	898.87	1181.02	1600.51	221776	3119.35
Factor de actualización (T.A. = 75 %)	0.57	0.32	0.18	0.70	0.069	0.034	0.019	0.011	0.006	0.003	0.002	0.001
Gastos de Capital a VPN	463.68	407.73	457.30	13.59	13.73	9.95	8.17	6.95	5.56	4.08	3.98	2.90
Amortiz. de Crédito a VPN	24.13	34.21	30.66	32.55	19.94	10.03	5.36	2.93	1.51	0.71	0.44	0.21
Total de gastos a VPN	487.81	441.94	487.96	46.14	33.67	19.98	13.53	9.88	7.07	4.79	4.42	3.11

<u>FUENTES</u>	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.- INGRESOS								
1.1 Por transferen cias internas	4419.98	5834.37	8934.92	12311.30	16653.59	21930.06	27726.56	32808.16
1.2 Por endeuda-- miento externo								
TOTAL DE FUENTES	4419.98	5834.37	8934.92	12643.34	17716.98	24480.13	33166.72	43688.49
<u>USOS</u>								
2.- GASTOS DE CAPITAL								
2.1 Estudios y Proyectos								
2.2 Construcción								
2.3 Supervisión de obra.								
2.4 Adquisición de mobi- liario y equipo.								
2.5 Mantenimiento de -- construcción.	3891.02	5252.95	8301.02	11953.46	17000.46	23800.69	32640.96	43521.30
2.6 Mantenimiento de mo- biliario y equipo.	333.35	400.02	466.71	522.69	548.83	512.25	358.57	-----
SUB-TOTAL	4224.37	5652.97	8767.73	12476.15	17549.29	24312.94	32999.53	43521.30
3.- GASTOS CORRIENTES								
3.1 Gastos administrativos	no	se	c	o	n	t	a	b
3.1 Gastos administrativos								
4.- AMORTIZACION DE CREDITOS								
4.1 Pago de principal	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.21
4.2 Pago de interés	28.42	14.21	-----	-----	-----	-----	-----	-----
SUB-TOTAL	195.61	181.40	167.19	167.19	167.19	167.19	167.19	167.21
TOTAL DE USOS	4419.98	5834.37	8934.92	12643.34	17716.48	24480.13	33166.72	43688.49
Factor de actualización (T.A. = 75 %)	0.0006	0.0003	0.0002	0.0001	0.00007	0.00004	0.00002	0.00001
Gastos de Capital a VPN	2.53	1.69	1.75	1.26	1.24	0.97	0.66	0.43
Amortiz. de Crédito a VPN	0.11	0.05	0.03	0.02	0.01	0.006	0.003	0.001
Total de gastos a VPN	2.64	1.74	1.78	1.23	1.16	0.876	0.553	0.327 = 1570.60

ESTIMACION DE LOS BENEFICIOS.

1. Ingreso Personal
 - Grado de Instrucción básica
2. Hipótesis
 - a) Proyecto con horizonte económico de 20 años.
 - b) Vida económica de la persona 14 a 64 años = 50 años.
 - . Con instrucción 0.8
 - . Sin instrucción 0.75
 - c) Factor de empleo
 - . Con instrucción 0.8 (desempleo 0.20)
 - . Sin instrucción 0.6 (desempleo 0.40)
 - d) Percepciones ponderadas tasa de inflación 30 %
 - . Con instrucción cinco primeros años \$ 3,400/día.
 - . 5 años siguientes \$ 10,846/día.
 - . 40 años siguientes \$ 645,000/día.
 - . Sin instrucción 50 años \$ 46,900/día.
 - e) Tasa de actualización 75%
 - f) Distribución relativa de matrícula, considerando en estado estable el sistema educativo.

<u>Grado.</u>	<u>Distribución relativa.</u>
1	0.24
2	0.18
3	0.18
4	0.15
5	0.14
6	0.11
Suma del 1 al 6	1.00
7	0.41
8	0.33
9	0.26
Suma del 7 al 9	1.00

3. Cálculo de la Vida Util Económica del Individuo.

- Con instrucción
 - a) Los primeros cinco años
 - Percepción anual = \$ 3,400x365x0.8x0.8 = \$ 794,240
 - b) Los siguientes cinco años
 - Percepción anual = \$ 10,846x365x0.8x0.8 = \$2'533,625
 - c) Los últimos cuarenta años
 - Percepción anual = \$645,000x365x0.8x0.8 = \$150'672,000
- Percepción anual acumulada durante los cincuenta años a valor presente.

$$VPN (\text{ingreso}) = \sum_{X=14}^{64} Sa(1ti)^{-X}$$

$$VPN(\text{ingreso}) = \sum_{a=14}^{19} S_{a,1} (1+i)^{-a} + \sum_{b=20}^{24} S_{b,2} (1+i)^{-b} + \sum_{c=25}^{64} S_{c,3} (1+i)^{-c}$$

$$VPN(\text{ingreso}) = 794,240(1.23 + 2'533,625 (1.31) + 150,672,000 (1.33)$$

$$VPN(\text{ingreso}) = 976,915 + 3'319,048 + 200'393,760$$

$$VPN(\text{ingreso}) = 204'689,723$$

d) Sin instrucción

Durante 50 años

Percepción anual ponderada

$$\$ 46,900 \times 365 \times 0.75 \times 0.60 = \$ 7'703,325$$

VPN(ingreso acumulado) 50 años

$$\$ 7'703,325(1.345)^{50} = 10'360,972.$$

4. Ingreso Diferencial.

Consiste en la diferencia de ingresos entre un individuo con instrucción y otro sin ella durante su vida económica.

El ingreso diferencial de un individuo con educación básica completa (9 años) y la ausencia de ésta es:

$$VPN(\text{ID}) = VPN(\text{ingreso con instrucción}) - VPN(\text{ingreso sin instrucción}) = \$ 204'689,723 - \$ 10'360,972$$

$$VPN(\text{ID}) = \$ 194'328,751.$$

Los ingresos diferenciales de los grados intermedios de instrucción semiterminada, es decir, para los casos de deserción se calculan entre el ingreso percibido por un individuo con 8, 7, 6, etc. años de instrucción menor el ingreso recibido por un individuo de la misma edad, pero sin ninguna instrucción formal previa, aplicando los salarios, factor de supervivencia y desempleo correspondiente a partir de la información estadística disponible. Así para los fines de este ejemplo se ha supuesto que los ingresos diferenciales recibidos por una persona según su grado máximo de instrucción serían:

Grado máximo de instrucción	% de percepción en relación a la máxima.	Ingreso diferencial a VPN (cifras en miles de pesos)
1	0.063	12'242
2	0.125	24'291
3	0.188	36'533
4	0.250	48'582
5	0.313	60'824

6	0.625	121'455
7	0.688	133'697
8	0.750	145'746
9	1.000	194'328

5. Matrículas para los Proyectos Propuestos.

	PROYECTO 1	PROYECTO 2	PROYECTO 3	PROYECTO 4
GRADO	M = 320	M = 400	M = 500	M = 700
1	$300(0.24)=72$	$250(0.24)=60$	$320(0.24)=77$	$450(0.24)=108$
2	$300(0.18)=54$	$250(0.18)=45$	$320(0.18)=58$	$450(0.18)=81$
3	$300(0.18)=54$	$250(0.18)=45$	$320(0.18)=58$	$450(0.18)=81$
4	$300(0.15)=45$	$250(0.15)=38$	$320(0.15)=48$	$450(0.15)=68$
5	$300(0.14)=42$	$250(0.14)=35$	$320(0.14)=45$	$450(0.14)=63$
6	$300(0.11)=33$	$250(0.11)=28$	$320(0.11)=35$	$450(0.11)=50$
7		$150(0.41)=62$	$180(0.41)=74$	$250(0.41)=103$
8		$150(0.33)=50$	$180(0.33)=59$	$250(0.33)=83$
9		$150(0.26)=39$	$180(0.26)=47$	$250(0.26)=65$

GRADO	DIFERENCIAL DE MATRICULAS			
	M = 320	M = 400	M = 500	M = 700
1	18	15	19	27
2	0	0	0	0
3	9	7	10	13
4	3	3	3	5
5	9	7	10	13
6	26*	22*	28*	40*
7		12	15	20
8		11	12	18
9		31*	38*	51*

*(Estimado como el 80% de promociones)

6. Estimación de los Beneficios.

Con toda la información anterior se procede a calcular que producirá cada proyecto escolar en su estado estable.

Por lo tanto el beneficio en el año n-ésimo es igual a:

$$B_n = \sum_{i=1}^6 \text{VPN}(\text{ID})_i \times \text{IGGM}_{i,n}$$

$$B_n = \sum_{i=1}^9 \text{VPN}(\text{ID})_i \times \text{IGGM}_{i,n}$$

en donde :

$\text{VPN}(\text{ID})_i$ = Valor presente neto del ingreso diferencial por el grado i-ésimo de instrucción máxima.

$\text{IGGM}_{i,n}$ = Individuos generados con grado "i" máximo en el año n-ésimo.

Por tanto los beneficios esperados para el horizonte económico de pago de la inversión de 15 años tenemos:

- a) Para las dos escuelas primarias para 320 alumnos en un turno, los beneficios son los siguientes :

1er. año	18(12,242) = 220'356	
2o. año	0(24,291) = 220'356*	
3er. año	9(36,533) = 328'797	
4o. año	3(48,582) = 145'746	
5o. año	9(60,824) = 547'416	= 4'440,145
6o. año	26(121,455) = 315'830	

A partir del séptimo año el beneficio es igual al del 6o. año puesto que el sistema se estabiliza, por lo tanto:

$$9 (1'778,501) = 16,006,509 *$$

* Al no generarse ingresos por matrícula diferencial si se generan por ingresos, acumulados, debido a la matrícula ya existente.

B ₁	=	20'356
B ₂	=	440'712
B ₃	=	769,509
B ₄	=	915,255
B ₅	=	1462,671
B ₆	=	1778,501
B ₇	=	1778,501
B ₈	=	1778,501
B ₉	=	1778,501
B ₁₀	=	1778,501
B ₁₁	=	1778,501
B ₁₂	=	1778,501
B ₁₃	=	1778,501
B ₁₄	=	1778,501
B ₁₅	=	1778,501

Para las escuelas primarias (Proyecto 1)

Total Beneficio Máximo 1 = 17'785.010

b). Para la escuela Técnica Agropecuaria con matrículas de 400 alumnos en un turno, los beneficios son los siguientes:

1er año	=	15 (12,242)	=	183,630
2o. año	=	0 (24,291)	=	183,630*
3er año	=	7 (36,533)	=	255,731
4o. año	=	3 (48,582)	=	1457,746
5o. año	=	7 (60,824)	=	425,768
6o. año	=	22 (121,455)	=	2672,010
7o. año	=	12 (133,697)	=	1604,364
8o. año	=	11 (145,746)	=	1603,206
9o. año	=	31 (194,328)	=	6024,168

B ₁	=	\$ 183,630	B ₉	=	14'410,253
B ₂	=	\$ 367,260	B ₁₀	=	14'410,253
B ₃	=	\$ 622,991	B ₁₁	=	14,410,253
B ₄	=	\$2080,737	B ₁₂	=	14,410,253
B ₅	=	\$2506,505	B ₁₃	=	14,410,253
B ₆	=	\$5178,515	B ₁₄	=	14,410,253
B ₇	=	\$6782,877	B ₁₅	=	14,410,253
B ₈	=	\$8386,085			

Total Beneficio Máximo 2 = \$ 100'871,773

- c) Para la escuela Técnica Industrial con matrícula de 500 alumnos en un turno los beneficios son los siguientes:

1er año	=	19 (12,242)	=	232,698
2o. año	=	0 (24,291)	=	232,598*
3er. año	=	10 (36,533)	=	365,330
4o. año	=	3 (48,582)	=	145,746
5o. año	=	10 (60,824)	=	608,240
6o. año	=	28 (121,455)	=	3'400,740
7o. año	=	15 (133,697)	=	2'005,455
8o. año	=	12 (145,746)	=	1'748,952
9o. año	=	38 (194,328)	=	7'384,464

B_1	=	232,598	B_{10}	=	16'124,123
B_2	=	465,196	B_{11}	=	16'124,123
B_3	=	830,526	B_{12}	=	16'124,123
B_4	=	976,272	B_{13}	=	16'124,123
B_5	=	1'584,512	B_{14}	=	16'124,123
B_6	=	4'985,252	B_{15}	=	16'124,123
B_7	=	6'990,707			
B_8	=	8'739,659	Total Beneficio Máximo	3	
B_9	=	16'124,123	=	112'868,861	

- d) Para la escuela Secundaria con matrícula de 700 alumnos en dos turnos:

1er año	=	27 (12,242)	=	330,534
2o. año	=	0 (24,291)	=	330,534*
3er. año	=	13 (36,533)	=	474'929
4o. año	=	5 (48,582)	=	242'910
5o. año	=	13 (60,824)	=	790'712
6o. año	=	40 (121,455)	=	4'858,200
7o. año	=	20 (133,697)	=	2'673,940
8o. año	=	18 (145'746)	=	2'623,428
9o. año	=	52 (194'328)	=	10'105,056

B_1	=	330,534	B_{10}	=	22'440,243
B_2	=	661,068	B_{11}	=	22'440,243
B_3	=	1'135,997	B_{12}	=	22'440,243
B_4	=	1'378,907	B_{13}	=	22'440,243
B_5	=	2'169,619	B_{14}	=	22'440,243
B_6	=	7'027,819	B_{15}	=	22'440,243
B_7	=	9'701,769			
B_8	=	12'335,187	Total Beneficio Máximo	4	
B_9	=	22'440,243	=	157'081,701	

Resumiendo tenemos :

Beneficio a VPN Proyecto 1 = \$	17'775,010.000
Beneficio a VPN Proyecto 2 = \$	100'871,773.000
Beneficio a VPN Proyecto 3 = \$	112'868,861.000
Beneficio a VPN Proyecto 4 = \$	157'081,701.000

Cálculo de la relación Beneficio / Costo.

Proyecto 1: 2 Escuelas primarias

$$B_1/C_1 = \frac{17'775}{400} = 44.43$$

Proyecto 2: Escuela Técnica Agropecuaria

$$B_2/C_2 = \frac{100'871}{850} = 118.67$$

Proyecto 3: Escuela Técnica Industrial.

$$B_3/C_3 = \frac{112'868}{1'060} = 106.47$$

Proyecto 4: 2 Secundarias.

$$B_4/C_4 = \frac{157'081}{1'570} = 100.05$$

Por tanto la jerarquización de los proyectos según la relación beneficio/costo sería la siguiente :

- 1º P₂; escuela técnica agropecuaria.
- 2º P₃; escuela técnica industrial.
- 3º P₄; 2 escuelas secundarias.
- 4º P₁; 2 escuelas primarias.

CAPITULO V.

SELECCION DE PROYECTOS.

A continuación y complemento del capítulo anterior, en el cual se analiza la evaluación y jerarquización de cuatro proyectos, se presenta aquí un modelo de selección de inversiones en el cual se considera -- tanto la jerarquización de los proyectos previamente realizada, como la introducción de una nueva variable que es la restricción presupues- -- tal, pues si bien es cierto que se conoce cuáles son los proyectos -- preferentes con relación a otros, es obvio que no se puede llevarlos a cabo en su totalidad, puesto que no se cuenta con todos los recursos económicos necesarios. Por tanto, aquí se presenta un modelo de selec- -- ción de proyectos que tome en cuenta todos estos aspectos.

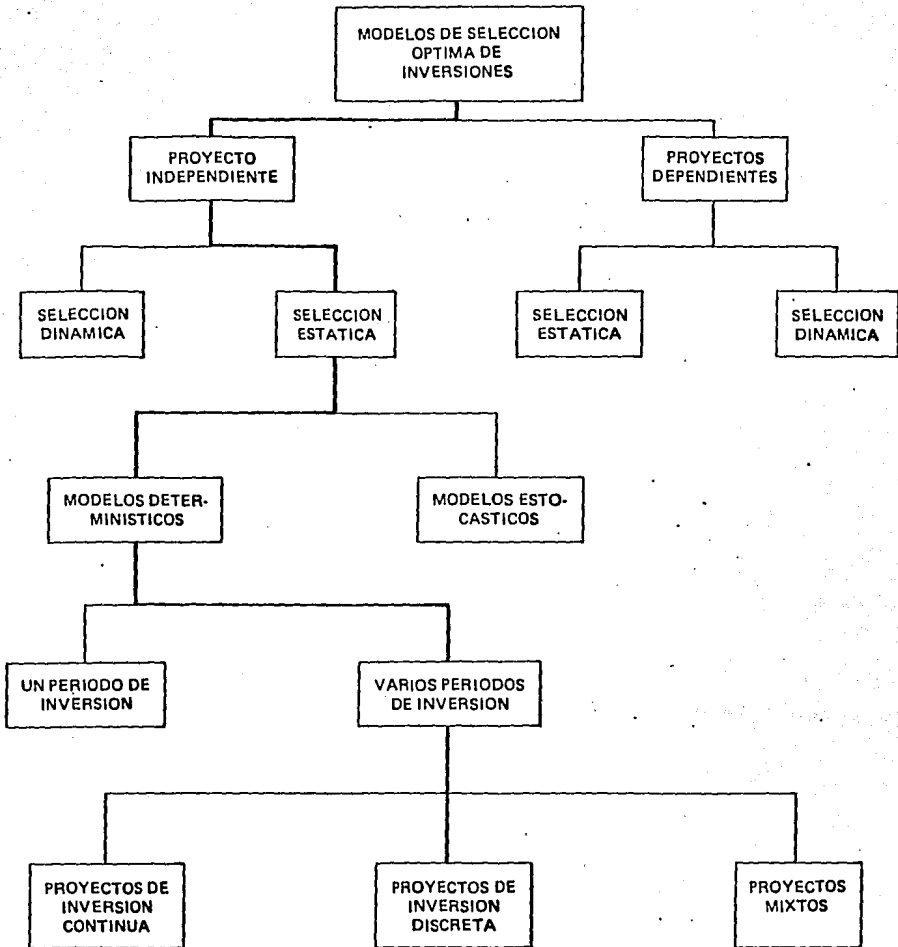
Los modelos que se formulan para seleccionar entre un conjunto de pro- -- yectos aquéllos que hacen máxima la función de beneficio para un pre- -- supuesto dado, pertenecen a la rama de la programación entera, pues no es posible elegir fracciones de proyecto. Existen diversos algoritmos que han sido desarrollados para resolver este tipo de problemas.

El algoritmo utilizado para resolver el problema que aquí se plantea, es el de ramificación y doble acotación, desarrollado por F. Ochoa -- Rosso. (ver apéndice No. III).

1. Restricciones del Modelo

- a) Se conocen los presupuestos disponibles, llevados a valor presente.
- b) Puesto que como resultado de la evaluación se obtiene un índice cuyo valor señala qué tan bueno es cada proyecto, en relación con los demás, en el proceso de selección debe -- rá tratarse de que, con el presupuesto disponible, los pro- -- yectos que se elijan para formar el Programa de Obras con- -- duzcan al máximo valor posible sus índices de evaluación -- (beneficios).

MODELOS DE SELECCION OPTIMA DE INVERSIONES



- c) Se considera que los proyectos son independientes, es decir, los costos y beneficios que su ejecución involucra o se ven afectados por la realización de los otros proyectos. El beneficio total, en consecuencia, es igual a la suma de los beneficios de cada proyecto del conjunto (tal como se muestra en la Tabla B/C como si se llevara a cabo en forma individual.
- d) La decisión de invertir en los proyectos seleccionados se toma en un solo tiempo t_0 y se considera que todos ellos se inician simultáneamente, por lo que se trata de un modelo estático.
- e) Es un problema de inversión que se plantea dentro de un marco determinístico, ya que se busca como objetivo la maximización del beneficio, en base a valores de los costos y beneficios asociados a cada proyecto, que se han estimado sin tomar en cuenta la incertidumbre y el riesgo ligados usualmente a este tipo de inversiones.
- f) Comprende varios períodos de inversión de un año.
- g) Las erogaciones son de tipo discreto porque cada proyecto se debe aceptar o rechazar en su totalidad.

2. Aplicación del modelo para selección de proyectos.

Suponiendo que la disponibilidad de recursos para los cuatro proyectos propuestos en el Capítulo anterior, es de 2,000 millones de pesos, se pueden seleccionar aquellos proyectos que sean más factibles de realizar en función de su más alta relación -- B/C tomando en cuenta las restricciones presupuestales.

PROYECTO P_i	$C_i = \frac{F_j}{n \cdot a_{ij}}$ $j-i$	a_{1j}^*	a_{2j}^*	a_{3j}^*	F_j	$\sum a_{ij}$
1 P_2	118.67 139.68*	0.288	0.193	0.250	101	0.723
2 P_3	106.47 125.41*	0.400	0.151	0.350	113	0.901
3 P_4	100.05 118.13*	0.464	0.408	0.457	157	1.329
4 P_1	44.43 52.94*	0.140	0.08	0.120	18	0.340
	P_j	0.900	0.350	0.750		

NOTAS : * El 85% del costo total se invierte en 3 años cifras en miles de millones.

Donde:

C_i = Relación beneficio/costo a valor presnete

a_{ij} = Erogación requerida por el proyecto i en el período - j a VPN.

F_j = Beneficios a valor presente

a_{ij} = Suma de las erogaciones

P_i = Proyectos i; $i=1,2,\dots,n$

P_j = Presupuesto disponible en cada período.

$$\begin{aligned} \text{Maximizar } Z = & 118.67 X_{11} + 118.67 X_{21} + 118.67 X_{31} + \\ & 106.47 X_{12} + 106.47 X_{22} + 106.47 X_{32} + \\ & 100.05 X_{13} + 100.05 X_{23} + 100.05 X_{33} + \\ & 44.43 X_{14} + 44.43 X_{24} + 44.43 X_{34} + \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Sujeto a:} \quad & X_{11} + X_{12} + X_{13} + X_{14} \leq 0.900 \\ & X_{12} + X_{22} + X_{23} + X_{24} \leq 0.350 \\ & X_{31} + X_{32} + X_{33} + X_{34} \leq 0.750 \end{aligned}$$

$$S_i \bar{X}_i = (X_{i1}, X_{i2}, X_{i3}, X_{i4})$$

$$0 \leq X_{ij} \leq A_{ij}$$

$$\text{Entonces Si } \bar{X}_1 = (0.280, 0.400, 0.220, 0)$$

$$\bar{X}_2 = (0.193, 0.151, 0.006, 0)$$

$$\bar{X}_3 = (0.250, 0.350, 0.150, 0)$$

$$\bar{Y}_k = \bar{Y}_1 = (1, 1, \frac{0.376}{1.329}, 0)$$

$$\bar{Y}_k^1 = \bar{Y}_1^1 = (1, 1, 0, 0)$$

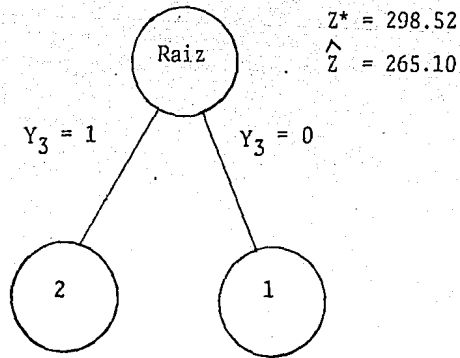
$$Z^* = \bar{C} \bar{Y}, = 139.69 + 125.41 + 0.376/1.329(118.13) = 298.53$$

$$\hat{Z} = \bar{C} \bar{Y}_1^1 = 139.69 + 125.41 = 265.10$$

$$U_1 = Z^* = 298.52$$

$$L_1 = \hat{Z} = 265.10 \text{ puesto que } U_1 > L_1 \text{ continúa el algoritmo}$$

k = 2 De la raíz salen dos ramificaciones una con $Y_3 = 0$ y la otra con $Y_3 = 1$ puesto que $Y_3 < 1$



Analizando el nudo 1 Si $Y_3 = 0$, entonces $(Y_1, Y_2, 0, Y_4)$

$$\bar{X}_1 = (X_{11}, X_{12}, 0, X_{14})$$

$$\bar{X}_2 = (X_{21}, X_{22}, 0, X_{24})$$

$$\bar{X}_3 = (X_{31}, X_{32}, 0, X_{34})$$

La respuesta es:

$$\bar{X}_1 = (0.280, 0.400, 0, 140)$$

$$\bar{X}_2 = (0.193, 0.151, 0, 0.006)$$

$$\bar{X}_3 = (0.250, 0.350, 0, 0.120)$$

$$\bar{Y}_2 = (1, 1, 0, 0.246/0.340)$$

$$\bar{Y}_2^1 = (1, 1, 0, 0)$$

$$z^* = \bar{C} \bar{Y}_2 = 139.69 + 125.41 + 0.246/0.340(52.94) = 311.18$$

$$\hat{z} = \bar{C} \bar{Y}_2^1 = 139.69 + 125.41 = 265.10$$

En el nudo 2 $Y_3 = 1$

$$(Y_1, Y_2, 1, Y_4)$$

$$\bar{X}_1 = (X_{11}, X_{12}, 1, X_{14})$$

$$\bar{X}_2 = (X_{21}, X_{22}, 1, X_{24})$$

$$\bar{X}_3 = (X_{31}, X_{32}, 1, X_{34})$$

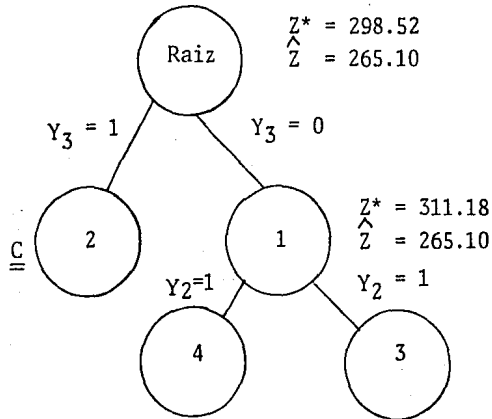
De manera que la respuesta es:

$$\bar{X}_1 = (0.280, 0.156, 0.464, 0)$$

$$\bar{X}_2 = (0, 0, 0.408, 0) \quad \text{Solución no factible}$$

$$\bar{X}_3 = (0.250, 0.043, 0.457, 0) \quad \text{Se cancela el nudo 2}$$

Se ramifica a partir del nudo 1



$k = 3$ Para el nudo 3 $Y_2 = 0$

$$\bar{Y}_3 = (Y_1, 0, 0, Y_4)$$

$$\bar{X}_1 = (X_{11}, 0, 0, X_{14})$$

$$\bar{X}_2 = (X_{21}, 0, 0, X_{24})$$

$$\bar{X}_3 = (X_{31}, 0, 0, X_{34})$$

Así $\bar{X}_1 = (0.280, 0, 0, 0.140)$

$$\bar{X}_2 = (0.193, 0, 0, 0.080)$$

$$\bar{X}_3 = (0.250, 0, 0, 0.120)$$

$$\bar{Y}_3 = (1, 0, 0, 1)$$

$$Z^* = 139.69 + 52.94 = 192.63$$

$$\bar{Y}_3^1 = (1, 0, 0, 1)$$

$$\hat{Z} = 139.69 + 52.94 = 192.63$$

$$Z^* = \hat{Z} \text{ se para el algoritmo como}$$

$U_3 = L_3$ se tiene la solución óptima la cual es (1, 0, 0, 1) es decir se debe invertir en los proyectos de las posiciones 1 y 4 que son el P_2 y el P_1

Estos proyectos son: construir y equipar una escuela técnica agropecuaria para una matrícula de 400 alumnos cuyo costo es de 850 millones de pesos y un beneficio máximo esperado de 100,871 millones de pesos, y por otra parte construir y equipar las dos escuelas primarias para una matrícula de 320 alumnos con un costo asociado de 400 millones de pesos y un beneficio máximo esperado de 17,775 millones de pesos.

Como se ve el proyecto P_4 para el cual se efectuó el análisis de costos detallado, a través del flujo de efectivo ni siquiera fue seleccionado pero suponemos que el cálculo de los costos de los proyectos P_1 , P_2 y P_3 fue realizado de esta manera.

CONCLUSIONES

1. Es evidente, desde el punto de vista metodológico, la conveniencia de sistematizar el conjunto de factores que intervienen en el proceso de evaluación y selección de proyectos, con el propósito de llevar a cabo la optimización de recursos de inversión, disponibles para ser asignados.
2. Considero que la metodología planteada presenta como innovación el aspecto integrador de una serie de conceptos administrativos, de gerencia de proyectos, de investigación de operaciones e ingeniería que permite que en proyectos sociales, específicamente en este caso los de tipo educativo, sea posible no solamente tener los elementos de evaluación que jerarquicen las diferentes opciones sino que la toma de decisiones vaya hasta la asignación de recursos en base a la propia evaluación, pero también en función a las restricciones presupuestales que los recursos disponibles obligan.
3. Es claro que el planteamiento de instrumentos metodológicos a partir de modelos matemáticos, permite manejar un mayor número de variables y, en consecuencia, obtener mayor precisión sobre los elementos de juicio para la toma de decisiones.
4. Se concluye que el punto de partida de cualquier decisión sobre asignación de recursos para espacios educativos, deberá tener como marco de referencia, la política educativa, y por lo tanto cualquier análisis en este sentido deberá ser realizado dentro de este contexto.
5. El criterio de evaluación beneficio-costos es un criterio aceptable, toda vez que toma en cuenta el valor del dinero en el tiempo y además para los fines de jerarquización del tipo de los proyectos aquí presentados ha sido un instrumento valioso puesto que permitió su fusión con el modelo de asignación utilizado. Sin embargo cabe señalar que es conveniente compararlo con otros criterios como puede ser el de tasa interna de retorno TIR, que adicionalmente da a conocer la tasa de equilibrio de cada proyecto.

6. El haber jerarquizado los proyectos a través de la evaluación B/C en el ejemplo, no significa que vayan a ser realizados en su totalidad, ni necesariamente en ese orden, ya que son analizados también en función de la disponibilidad de recursos económicos, lo que como ya se vió, cambia su orden de preferencia.
7. De acuerdo con ésto, el proceso de selección cumple con la condición de que los proyectos elegidos para formar el programa de obra, conduzcan al máximo valor posible de evaluación (beneficios) teniendo en consideración el presupuesto disponible.
8. Como una ampliación del problema podría hacerse un análisis de sensibilidad, variando las restricciones presupuestales tanto el monto como en partidas a ejercer en cada período, para lo cual se recomienda el uso del algoritmo, llevado a programas de computadora.
9. Estos instrumentos no son una panacea en sí ya que existen otras posibilidades, pero cualquiera que sea la metodología empleada, requerirá de la más amplia colaboración de las personas involucradas en ellos.
10. Como una ampliación a estas metodologías se diseñó otro modelo de asignación sencillo, en base a matrices de prioridades, el cual no es motivo de esta tesis, que abrevia las tareas de evaluación de proyectos para asignarles recursos. No obstante a través de este modelo, se da a conocer una forma elemental de manejo de las variables que se consideran más importantes, dentro de los gastos de inversión en construcción, mobiliario y equipo; mantenimiento y financiamiento, otorgándoles calificaciones en función de su grado de importancia. Cabe destacar, que en este proceso, el criterio y experiencia del evaluador tiene mucha importancia, ya que es él quien establece los aspectos normativos para otorgar las calificaciones a las variables. Sin embargo, ésto no se cumple en su totalidad para el caso de los pesos asignados a las prioridades de los distintos subprogramas, porque éstos son establecidos en base a las restricciones que de antemano fije la política educativa, vigente en el momento de la evaluación.

APENDICE I

a) Cálculo de los índices y costos de mantenimiento.

El procedimiento seguido para el cálculo de los índices de mantenimiento se puede sistematizar por medio del cuadro que aparece más adelante, y que se ha ordenado en columnas indicativas de los diferentes pasos a seguir, teniendo en cuenta la información básica requerida. Al final se calculan dichos índices y consecuentemente el promedio anual del costo de mantenimiento de cada elemento.

COLUMNA No. 1 : Elemento, sub-elemento o componente. En esta columna se anotan los componentes del edificio: piso, puertas, pintura, etc., de acuerdo a las especificaciones del edificio.

COLUMNA No. 2: Duración de vida útil. Ciclo de mantenimiento en años, el que se designará con la letra (c).

COLUMNA No. 3: Porcentaje de substitución del elemento durante su vida útil; se le designará con la letra (v),

COLUMNA No. 4: Costo inicial del elemento o componente, con relación al costo inicial del edificio (i).

El dato de esta columna se calcula como sigue:

Usando la fórmula siguiente:

$$i = \frac{Cie}{Cib} \quad (1)$$

Donde : Cie = Costo inicial del elemento.
Cib = Costo inicial del edificio.

Los valores de Cie y Cib se obtienen directamente del presupuesto.

COLUMNA No. 5: Costo total de mantenimiento del elemento o componente durante la vida útil del mismo, con relación al costo total del edificio (Ap).

(Ap) Expresado en porciento, será igual a:

$$Ap = \frac{v \times i}{100} \quad (2)$$

Donde (v) es el porcentaje de substitución del elemento durante su vida útil (i) es la relación de costos iniciales de la columna 4.

COLUMNA No. 6: Índice de Mantenimiento (P).

Este índice es el porciento promedio anual de mantenimiento del elemento o componente, con relación al costo inicial del edificio.

$$p = \frac{Ap}{c} \quad (3)$$

en la que (c) es la vida útil del elemento.

COLUMNA No. 7: Costo promedio anual de mantenimiento.

Tomando como base los índices de mantenimiento así obtenidos, se multiplican por el costo inicial del edificio (Cib), obteniendo el costo anual promedio de mantenimiento del elemento o componente (Cm). La suma de todos estos componentes nos dará el promedio anual del costo de mantenimiento que tendrá el edificio.

Ejemplo ilustrativo: Con el propósito de ilustrar el procedimiento sugerido para obtener los índices y costos promedio de mantenimiento, se incluye a continuación un ejemplo numérico.

Supongamos que deseamos obtener el costo anual promedio de mantenimiento del elemento: "Piso de mosaico de granito de : 0.20' x 0.20 mts. asentado con mortero cemento arena 1:3, su costo según presupuesto fue de: \$ 104,185.70 El costo neto total del edificio que incluye a este elemento fue de : \$ 2'919,504.07.

Solución : Con los datos de vida útil y % de substitución previamente establecidos como se indicó anteriormente, se tiene:

$$\begin{aligned} c &= 25 \text{ años: duración de vida útil en años.} \\ v &= 15 \% ; \text{ el material requiere en el lapso de 25 -} \\ &\quad \text{años, el 15 \% de mantenimiento.} \\ Cie &= \$ 104,185.70 \\ Cib &= \$ 2'919,504.07 \end{aligned}$$

Obteniendo la relación del costo inicial del elemento con respecto al costo inicial del edificio,

Aplicando la fórmula (1) :

$$i = \frac{C_{ie}}{C_{ib}} = \frac{104,185.70}{2'919,504.07} = 0.0356$$

De donde aplicando la fórmula (2) $AP = \frac{v \times i}{100}$

$$Ap = \frac{15 \times 0.0356}{100} = 0.00534$$

y el índice de mantenimiento (fórmula 3):

$$P = \frac{Ap}{c} = \frac{0.00534}{25} = 0.000213 \text{ (índice de -}$$

mantenimiento).

Finalmente el costo promedio anual de mantenimiento de este elemento se obtendrá multiplicando el índice de mantenimiento obtenido por el costo neto del edificio.

$$cm. = 0.000213 \times 2'919,504.07 = \$ 621,85$$

b) Aplicación a Programas de Inversiones de Mantenimiento.

El cálculo de los índices de mantenimiento de cada elemento constructivo como se describió en el capítulo II, permite obtener por simple suma el índice de mantenimiento de cada grupo de elementos, y consecuentemente el índice de mantenimiento del edificio escolar.

Con este criterio es factible obtener para cada sistema constructivo a emplear dentro de programas de nuevas construcciones, los diferentes índices de mantenimiento que permitan de inmediato deducir los gastos necesarios para su conservación, y proponer programas de inversiones de mantenimiento de acuerdo a los recursos económicos disponibles.

Por otra parte los índices de mantenimiento para que sirvan como base a la elaboración de programas de "Inversiones de mantenimiento de nuevas construcciones debieran establecerse, considerando además de los índices de los elementos componentes del edificio escolar, los índices correspondientes al mantenimiento del mobiliario y equipamiento, es decir:

1. Índice de mantenimiento de construcción (Pc) que incluye:
 - 1.1 Índice de mantenimiento de elementos verticales (Pev) que se refiere a 8 columnas, muros exteriores inferiores, cancelería, puertas, ventanas, herrería y cerrajería.
 - 1.2 Índice de mantenimiento de elementos horizontales (Ph), que se refiere a: losas de piso, firmes de planta baja y entrepisos, losas de techo y techumbre con su impermeabilización.
 - 1.3 Índices de mantenimiento de acabados (Pa).
 - 1.4 Índice de mantenimiento para instalaciones de plomería y drenaje (Ppd).
 - 1.5 Índices de mantenimiento de instalaciones eléctricas (Pie).

$$Pc = Pv + Ph + Pa + Ppd + Pie$$

2. Índices de mantenimiento para mobiliario escolar (Pmb).
3. Índices de mantenimiento para el equipo (Peq).

El índice de mantenimiento total para un edificio escolar (Pt) será obviamente:

$$Pt = Pc + Pmb + Peq$$

Los costos de mantenimiento del mobiliario y equipo se pueden obtener fácilmente ya sea en base a la capacidad de los nuevos edificios o como un porcentaje del costo inicial del mobiliario y equipo respectivamente.

CUADRO PARA EL CALCULO DE INDICES DE MANTENIMIENTO

1	2	3	4	5	6	7
ELEMENTO, SUB-ELEMENTO O COMPONENTE.	Duración de vida útil. (años)	Porcentaje de sustitución. (%)	Costo inicial de elemento o componente con relación al costo inicial del edificio.	Costo total de mantenimiento del elemento o componente, con relación al costo inicial del edificio.	Indice de mantenimiento. Promedio anual de costo de mantenimiento del elemento, con relación al costo inicial del edificio.	Costo anual promedio del elemento o componente.
	(c)	(v)	$(i) = \frac{C_{ie}}{C_{ib}}$	$(Ap) = \frac{v \times i}{100}$	$(P) = \frac{AP}{c}$	$C_m = C_{ib} \times (P)$
2. Piso de mosaico de 0.20x0.20 mts. asentado con mortero-arena 1:3. (Cie=\$104,185.72)	25	15%	0.0356	0.00534	0.000213	\$ 621.85
3. Pintura vinílica: (Cie=\$ 42.101.45)	5	100%	0.00144	0.0144	0.00288	\$8,408.17
4. Suministro y colocación de puertas de tambor de madera de triplay de 6mm. de 85 x 2.40 mts.	15	50%	0.0052	0.0026	0.00017	\$ 496.31

APENDICE II

a) Principales índices de evaluación.

Existen diferentes indicadores para juzgar el comportamiento del parámetro costo dentro del horizonte económico de análisis de un proyecto dado, pero los más utilizados en la práctica, son los cinco siguientes:

1. Relación beneficio costo.
2. Valor presente de los beneficios netos.
3. Tasa interna de retorno.
4. Costo específico de capital
5. Período de recuperación.

A continuación se pretenderá describir en términos muy generales y aún a riesgo de ser demasiado simplistas, en qué consiste cada uno de los cinco criterios enunciados. Sin embargo, previamente a esta descripción, es conveniente explicar y aclarar un concepto que resulta de vital importancia para la adecuada comprensión de los criterios mencionados, y es el del "valor presente" o "valor actualizado", o "valor descontado" de una corriente o flujo de dinero.

Supóngase que se tiene una suma de dinero cuyo valor se incrementa anualmente en un cierto porcentaje fijo "r" a partir de un valor inicial K_0 .

Al cabo del primer año, el nuevo valor de esa suma es ahora:

$$K_1 = K_0 (1 + r)$$

En donde r está expresado como fracción decimal.

Al cabo del segundo año, el valor de la suma será :

$$\begin{aligned} K_2 &= K_1 (1+r) = (1+r) (1+r) K_0 \\ &= K_0 (1+r)^2 \end{aligned}$$

Al cabo del tercer año:

$$K_3 = K_2 (1 + r) = K_0 (1+r)^2 (1+r)$$

Por inducción matemática, al cabo de "n" años:

$$K_n = K_0 (1+r)^n \quad (1)$$

Supóngase ahora el problema inverso, es decir, dada una suma de dinero cuyo valor incrementado al cabo de "n" años es "K", se quiere saber su valor inicial en el año cero, suponiendo que el porcentaje o tasa de incremento anual haya sido "r".

En ese caso bastará con despejar de la expresión (1), la incógnita buscada:

$$K_0 = \frac{K_n}{(1+r)^n} \quad (2)$$

A este valor "K₀" se le denomina "valor presente" o "valor actualizado" de una suma de dinero erogado o ingresado en el año "n" de un horizonte económico de análisis.

Para el caso de la expresión (1) se hablaba de una tasa de incremento anual "r", es decir el valor "K" es un valor incrementado; de manera análoga en el caso de la expresión (2) se habla usualmente de una tasa de descuento "r", y por esta razón al hablar del valor "K₀" se le llama también "valor descontado".

A la tasa "r" se le llama entonces "tasa de descuento" o también "tasa de actualización".

Explicados estos conceptos se puede pasar a la descripción de los criterios de efectividad mencionados con anterioridad.

1. Relación beneficio/costo. En síntesis, este criterio se expresa como un cociente de Ventajas/Desventajas. Las ventajas son los beneficios de la inversión realizada, bien sea como un resultado de la repercusión que dicho proyecto tiene sobre la economía regional o nacional del país en que se va a realizar, bien sea como resultado directo de la comercialización de la producción misma del proyecto en cuestión.

Las desventajas son los insumos requeridos por el proyecto, es decir, los costos, no solamente durante las fases de ampliación que pueda tener el proyecto en el horizonte económico de análisis que se esté considerando.

Concretando, supóngase que se tiene la siguiente corriente de costos y beneficios en un determinado proyecto, cuyo horizonte económico es de 'n' años.

Beneficios	B_0	B_1	B_2	B_3	B_{n-1}	B_n
Costos	C_0	C_1	C_2	C_3	C_{n-1}	C_n
					+++++++	+++++++
Años	0	1	2	3	n - 1	n

La relación beneficio/costo de este proyecto es el cociente - formado por la suma de la corriente de beneficios, llevado ca da uno de ellos a valor presente (actualizado o descontado) - dividida entre la suma de la corriente de costos, llevando -- también cada uno de ellos a valor presente.

Para llevar a valor presente los beneficios se tendría lo si- guiente:

$$VP_{B_0} = B_0$$

$$BP_{B_1} = \frac{B_1}{1 + r}$$

$$VP_{B_n} = \frac{B_2}{(1 + r)^2}$$

$$VP_{B_n} = \frac{B_n}{(1 + r)^n}$$

Por tanto la suma de estos valores sería :

$$\sum_{i=0}^n VP_{B_i} \qquad \sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}$$

$$\sum_{i=0}^n BP_{C_i} \qquad \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}$$

Y por consecuencia:

$$\text{Relación B/C} = \frac{\sum_{i=0}^n \frac{B_i}{(1+r)^i}}{\sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1+r)^i}}$$

Fijada una tasa de actualización, se dice que un proyecto es "rentable", o "viable", bajo este criterio, si el valor del cociente calculado no es menor de la unidad.

Obsérvese que el valor de esta relación depende sustancialmente de la tasa de descuento que se escoja, sin embargo, la selección de la misma resulta un tanto arbitraria ya que su valor está en función de diversos factores tales como el índice de crecimiento en el costo de la mano de obra, la tasa inflacionaria promedio prevaleciente en el país, e inclusive de posibles devaluaciones monetarias durante el horizonte económico de análisis; la forma en que cada uno de estos factores influye en el valor de la tasa de actualización no es una función conocida a priori, razón por la cual lo usual es asignarle un valor basado en experiencias previas en proyectos similares.

Esta relativa arbitrariedad en la elección de la tasa de descuento es justamente uno de los principales defectos que tradicionalmente se le han atribuido a la relación B/C. Sin embargo, si se efectúa un análisis de sensibilidad del cociente para diversos valores de la tasa, puede subsanarse en gran parte ese defecto.

Otros defectos importantes de los que adolece este criterio, son, primeramente, el de que su conocimiento no aporta información sobre los costos de oportunidad de los recursos asignables al proyecto, cuando se pretende aplicarlos a otros usos; y segundo, el de que para tasas de descuento elevadas este criterio desalienta el uso intenso o concentrado de capital como el que tiene lugar en proyectos de formación de infraestructura, porque las inversiones iniciales son generalmente altas, mucho mayores que los beneficios anuales que al ser actualizados pierden significativamente su valor.

2. Valor presente de los beneficios netos,

Este criterio diferente del anterior en que, en vez de estar expresado como un cociente cuyo valor está dado en unidades dimensionales, queda expresado en unidades monetarias.

Dicho brevemente, el valor presente de los beneficios netos de un proyecto es la suma de la corriente de las diferencias entre los beneficios y los costos asignados a cada período - del horizonte económico de un proyecto; expresado algebraicamente:

$$VPN = \sum_{i=0}^n \frac{(B_i - C_i)}{(1+r)^i}$$

Si bien este criterio adolece del mismo defecto que el anterior, de depender de una tasa de actualización fijada en forma relativamente arbitraria, defecto que como ya se indicó, se puede subsanar mediante un adecuado análisis de sensibilidad, posee en cambio la ventaja de permitir el uso de modelos matemáticos para la selección óptima de un conjunto de proyectos de inversión valuados individualmente con ese criterio.

3. Tasa interna de retorno.

Para estimar la productividad que dentro de un proyecto tienen los recursos empleados, se conviene en emplear el concepto de tasa interna de retorno, o tasa que hace iguales los valores presentes, a un horizonte económico de análisis dado, de las corrientes de costos y beneficios asociados a la iniciativa.

Algebraicamente "L" es la tasa interna de retorno propia de una iniciativa si y sólo si:

$$\sum_{i=0}^n C (1+L)^{-i} = \sum_{i=0}^n B (1+L)^{-i}$$

Este criterio implica la búsqueda de la raíz real de la ecuación anterior. Cuando "L" no es la única, resulta inadecuado emplearla como índice de evaluación, ya que por definición este debe ser unívoco; sin embargo, este caso no es frecuente

y sólo ocurre cuando existen gastos de consideración previstos hacia los últimos años del horizonte económico del análisis. Dentro del orden práctico, su cálculo manual es laborioso, pero esto en la actualidad ya no representa ningún obstáculo significativo, ya que aún con una pequeña computadora digital de escritorio (y aún más de bolsillo) se le termina de manera sencilla y muy rápida.

Como ya se dijo este criterio tiene la ventaja de revelar explícitamente la productividad real del proyecto, además de representar una base muy consistente para juzgar tanto su viabilidad económica como su prioridad relativa, respecto de un conjunto dado de proyectos de inversión.

De hecho, aún cuando también los dos criterios anteriores se utilizan para jerarquizar un conjunto de proyectos de inversión, el criterio más usual para juzgar de la prioridad relativa de un conjunto de proyectos es justamente su tasa interna de retorno.

4. Costo específico de capital.

Por definición el costo de capital es el precio que el organismo responsable de un proyecto debe pagar por el uso de los fondos de inversión que se requieren destinar a un proyecto determinado.

En términos algebraicos, la tasa "j" es el costo específico de capital de una inversión, si y sólo si:

$$\sum_{i=0}^n K_i (1+j)^{-i} = \sum_{i=0}^n P_i (1+j)^{-i}$$

En donde "K_i" es el desembolso de una inversión en el período i y "P_i" es la suma del pago del principal más el pago de los intereses de la misma inversión correspondiente al período i de amortización.

En realidad, este criterio es complementario del anterior, ya que para poder considerar que un proyecto es rentable, económicamente hablando, el requisito mínimo indispensable a la luz de estos criterios, es que su tasa interna de retorno sea siempre mayor que su costo específico de capital.

5. Período de recuperación. Se denomina período de recuperación a aquel período para el cual la suma de los beneficios netos acumulados a valor presente, iguala al monto total de los desembolsos de la inversión efectuada en este proyecto.

Expresado algebraicamente, ésto significa que el período de recuperación es aquel valor de "m" que satisface la siguiente igualdad:

$$\sum_{i=0}^m K_i (1+r)^{-i} = \sum_{i=0}^m (B_i + C_i) (1+r)^{-i}$$

APENDICE III

MODELO DE ASIGNACION

A) Planteamiento del Modelo de Ramificación y Doble Acotación.

Considérese el problema de asignar un presupuesto distribuido en varias etapas, entre un conjunto de proyectos que requieren erogaciones en varios períodos. La decisión que se adopte será iniciar simultánea e inmediatamente los proyectos seleccionados.

Sean P_j ; $j = 1, 2, \dots, n$ los presupuestos de cada etapa descontados a valor presente con la tasa de interés representativa -- del costo del capital.

Sea $a_{ij} \geq 0$, la erogación requerida por el proyecto i ; ($i=1, \dots, m$) en el período j reducida a su valor presente. Considérese además que cada proyecto ha sido convenientemente evaluado y llámese f_i al beneficio, no necesariamente medido en unidades monetarias, del proyecto i -ésimo; lo que se pretende es seleccionar un conjunto de proyectos que maximicen el beneficio total, conservando la erogación total en cada período dentro de los correspondientes límites -- présupuestales.

El modelo presentado es el siguiente:

$$Q : \text{ Maximizar } z = \sum_{j=1}^n f_j y_j \quad (1)$$

$$\text{ Sujeto a } \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq P_j; \quad j = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = y_i; \quad \sum_{j=1}^n a_{ij}; \quad i=1, \dots, m \quad (3)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq a_{ij}; \quad \forall (i, j) \quad (4)$$

$$y_i \text{ entero } \forall i \quad (5)$$

donde y_i son variables de decisión asociados con cada proyecto i , que toman los valores 0 ó 1 según el proyecto i sea rechazado o aceptado.

Las variables x_{ij} representan la cantidad por invertir en el proyecto i durante x_{ij} el período j .

Observe que las relaciones (3) permiten expresar al problema Q en términos exclusivamente de las variables x_{ij} como sigue :

$$Q: \text{ Maximizar } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n C_i X_{ij} \quad (6)$$

$$\text{Sujeto a: } \sum_{i=1}^m X_{ij} \leq P_i \quad ; j=1, \dots, n \quad (7)$$

$$0 \leq X_{ij} \leq a_{ij} \quad (i, j) \quad (8)$$

$$Y_i = \frac{\sum_{j=1}^n X_{ij}}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}, \text{ entero} \quad (9)$$

donde $C_i = \frac{F_i}{\sum_{j=1}^n a_{ij}}$, representa el beneficio del proyecto i

por unidad monetaria invertida.

$$A_j: \text{ Maximizar } Z_j = \sum_{i=1}^m C_i x_{ij} = C_{ij} X_{ij} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq P_j \quad (11)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq a_{ij} \quad (12)$$

Obsérvese que si la restricción (9) se suprime, el problema resultante es un problema de programación lineal. Todavía más, el problema resultante se puede descomponer en n programas mutuamente exclusivos, cada uno asociado con el período j , de la forma, A_j .

Considerando a los proyectos arreglados en forma decreciente de sus valores c_j , de manera que $C_1 \gg C_2 \dots \gg C_m$, bajo esta hipótesis es claro que la solución óptima para A_j puede obtenerse por simple inspección haciendo las variables X_{ij} iguales a su cota superior en el orden del índice i , hasta que el presupuesto P_j se agote. Estas consideraciones auxilian grandemente en la solución del problema como se verá a continuación.

b) Descripción del Método de Ramificación y Doble Acotación.

El método de solución es combinatorio y de naturaleza iterativa. El conjunto global de todas las combinaciones de proyectos se va dividiendo en subconjuntos exclusivos, mediante operaciones de partición (por ejemplo la partición del conjunto global en dos subconjuntos: el subconjunto de combinaciones que contiene el proyecto i -ésimo y el subconjunto de los que no lo contienen).

Si se siguiera operando en esta forma, luego de un mínimo finito de iteraciones, el conjunto original se habría partido al grado de que cada subconjunto contendría exactamente una de las combinaciones que no serían factibles, y a los demás se les podría determinar su beneficio de combinaciones de proyectos (no todas factibles) es decir 2^m , donde m es el número de proyectos; es obvio que la enumeración exhaustiva es impracticable.

El método de ramificación propuesto evita la enumeración total -- auxiliándose con el artificio de "doble acotación". En cada iteración es posible determinar una cota superior para el valor del beneficio total óptimo.

Esta va disminuyendo sistemáticamente a medida que se desarrolla el proceso. Asimismo, es posible la determinación de una cota inferior proporcionada por el beneficio de alguna combinación factible determinada expofeso. Cuando para una determinada iteración ambas coinciden, el proceso termina. La existencia de la cota inferior nos permite además eliminar el conjunto de soluciones, para las cuales es sabido que ninguna combinación factible tendrá un valor del beneficio mejor que el valor de la cota inferior en una determinada iteración.

El proceso de solución puede interpretarse como la generación de un árbol dirigido. Los nodos representan conjuntos de combinación de proyectos. En cada iteración se generan dos ramas y sus correspondientes nodos terminales, a partir de un nodo existente convenientemente seleccionado.

El desarrollo riguroso del algoritmo es como sigue:

Iteración 1. Se genera la raíz del árbol teniendo como conjunto -- asociado a la totalidad de las combinaciones de proyectos.

Se calcula cota superior Z^* resolviendo el problema de programación lineal Q' sin la restricción (9). Esto se hace por simple inspección. La cota inferior Z se obtiene redondeando hacia abajo (rechazando proyectos fraccionarios) la solución obtenida con el problema lineal. Hágase la cota superior $U_i = Z^*$ y considérese el nodo -- raíz como el nodo "acotado".

Iteración K. Ramifíquese a partir del nodo acotado fijando alguna -- de las variables Y_i no fijadas anteriormente a cada uno de sus valores posibles $Y_i=0$ y $Y_i=1$.

Para cada caso resuélvase un problema de programación lineal del tipo Q' sin la restricción (9), pero además con la variable Y_i fija el valor 0 ó 1 respectivamente, así como todas las variables fijadas -- a lo largo de la rama del nodo en cuestión.

Se redondean ahora las soluciones para encontrar soluciones factibles y actualizar la cota inferior con la máxima hasta ahora, o sea L_i :

Secciónese entre todos los nodos terminales aquel que tenga el mayor de Z^* , el cual constituye el nodo acotado y hágase U_i igual a las -- Z^* de dicho nodo. Si $L_i = U_i$ el proceso termina. Si la $L_i > U_i$ -- hágase $K=i + 1$ y procédase a la siguiente iteración.

B I B L I O G R A F I A

- Ackoff, Russell L. and Sasieni Maurice W.
Fundamentos de Investigación de Operaciones.
Editorial Limusa, 1977

- Astori, Danilo (1981)
Enfoque crítico de los modelos de contabilidad social
Siglo XXI Editores.
México.

- Baumol, William (1972)
Economic Theory and Operation Análisis.
Prentice - Hall United Kingdom

- Blaug, M. (1967).
El Método del Análisis de Costo-Beneficio para el Planeamiento
de la Educación en Países Desarrollados.
Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (BIRF).

- Canada, John R. (1977)
Técnicas de análisis económico para administradores e ingenieros.
Editorial Diana
México, D.F., - México.

- Córdoba, Julio C. (compilador) (1979)
Modelo y técnicas de sistemas aplicados a la administración de -
proyectos.
INAP, INCAP, México.

- De Luca, R. (1978)
Papel de la Educación en el Desarrollo Económico y Social de -
América. BID - MEXICO, Criterios para la Distribución de los
presupuestos de Educación por Niveles de Enseñanza.

- Dirección General de Programación (1980)
Curso Básico sobre presupuesto por programas.
Secretaría de Educación Pública.
México, D.F.

- Garza Mercado Ario (1981)
Manual de técnicas de investigación
El Colegio de México,
México.

- Guzmán Méndez Alberto (1980)
Temas de presupuestos por programas Tomos 1,2 y 3
Dirección General de Presupuesto por Programa UNAM.
México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1978)
Administración Presupuestaria
Revista CONESCAL No. 45, México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique, (1978)
Análisis de Costos Unitarios de Construcción
Curso OEA-CONESCAL, México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1979)
Elaboración de Manuales de Procedimiento.
Curso OEA-CONESCAL, México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1979)
Análisis de costos de inversión en construcciones escolares.
Revista CONESCAL No. 49, México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1979)
Determinación de Prioridades de Inversión.
Seminarios sobre Planeación y Programación de la Infraestructura
Física Educativa. CAPFCE, CONESCAL, SPP, SEP - México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1979)
Análisis de flujo de efectivo. Seminarios de Planeación y Pro-
gramación de la Infraestructura Física Educativa.
SPP, SEP, CAPFCE, CONESCAL, México.

- Hernández Ruíz Luis Enrique (1979)
Metodología para determinar el número óptimo de fiscales de obra.
CONESCAL (Mimeografiado)
Vitoria Espirito Santo, Brasil.

- Hernández Ruíz Luis Enrique; Galván-Duque Héctor (1980)
Manual de Supervisión para la Administración Físico-Financiera de Construcciones Escolares
CONESCAL - México
- Hernández Ruíz Luis Enrique (1982)
Programación de Obras.
Curso OEA-CONESCAL, México.
- Hernández Ruíz Luis Enrique
Instrumentos metodológicos para elaboración de programas anuales de inversión.
Convenio MED-SEP 1980-1982. Nicaragua. México. (1982)
- Hernández Ruíz Luis Enrique (1983)
Conceptos Financieros
Seminario de Gerencia de Proyectos de Construcción
CAM, SAM, México.
- Hernández Ruíz Luis Enrique
Instrumentos metodológicos para la asignación de recursos de inversión para proyectos de espacios educativos.
México, CONESCAL, 1983.
- Hernández Flores, Jesús (s/fecha)
Curso: Formulación, Evaluación y Administración de proyectos de inversión.
Universidad Central de Venezuela, Venezuela.
- ILPES (1975)
Guía para la presentación de Proyectos.
Siglo XXI Editores - México.
- Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas.
Boletín Mayo-Junio 1971 No. 5.
IMPOS, México.
- Instituto Mexicano de Planeación y Operación de Sistemas.
Boletín Julio-Agosto 1971 No. 6
IMPOS, México.

- Jauffred M. Francisco (1971)
Moreno Bonett, Alberto
Acosta, Jesús
Métodos de Optimización,
Representaciones y Servicios de Ingeniería, S.A.
México, D.F.

- Monteverde Z. Francisco y Cambaji S. Salomón (1971)
Modelo para la Evaluación de Proyectos.
Boletín IMPOS Julio-Agosto 1971
México.

- Moreno Bonett Alberto y Jauffred M. Francisco
Método de optimización (1971)
Representaciones y Servicios de Ingeniería.

- Naciones Unidas. (1958)
Manual de Proyectos de Desarrollo Económico.
Naciones Unidas, México.

- Ochoa Rosso R. (1971)
Aplicaciones de la Teoría de Optimización de Inversiones.
Curso Ingeniería de Sistemas Palacio de Minería.
México.

- Pardinás Felipe (1970)
Metodología y Técnicas de Investigación en Ciencias Sociales.
Siglo XXI Editores, México.

- Richmond, Samuel B. (1968)
Operations Research for Management Decisions.
The Ronald Press Company, New York.

- Sasieni, M., Yaspan, A; Friedman, L. (1971)
Investigación de Operaciones,
Editorial Limusa Wiley, S.A. México.

- Secretaría de Educación Pública (1982)
Plan Programa Presupuesto 1982, Sector Educativo,
SEP, México.

- Uriegas Torres, Carlos. (s/fecha)
Análisis Económico de Proyectos de Ingeniería.
Div. de Estudios Superiores, Facultad de Ingeniería.
UNAM. México.

- Zamora Francisco (1976)
Tratado de Teoría Económica
Fondo de Cultura Económica
México.