



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

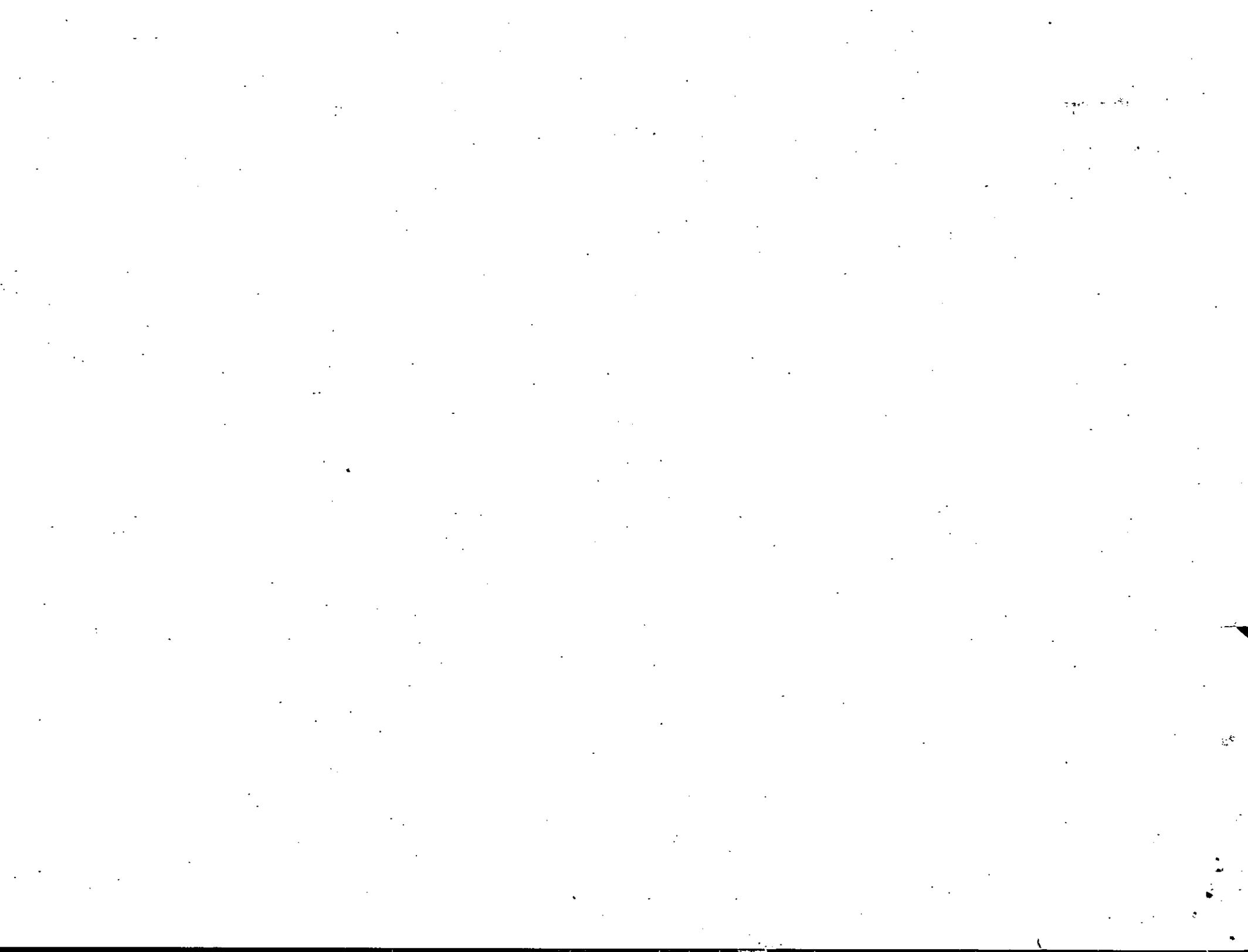
EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

914

NOTAS COMPLEMENTARIAS AL DOCUMENTO
PROGRAMACION DE INVERSIONES

DR. ARCADIO GAMBOA M.

13 SEPTIEMBRE, 1984



RESUMEN

ANTECEDENTES

1. La principal preocupación de todo país puede plantearse en términos de ---satisfacer las necesidades primarias de todos sus habitantes, como son: ca---sa, vestido y sustento¹.
2. Una de las necesidades vitales del hombre es la alimentación, por lo cual, en gran parte, el desarrollo económico depende de la producción de alimentos básicos.
3. Al igual que la mayoría de los países en el mundo, la insuficiente produc---ción nacional de alimentos básicos coloca a México ante una peligrosa de---pendencia alimentaria.
4. Analizando los diversos campos de inversión en el sector alimentario, se ---observa que, en el corto plazo, el subsector pesquero ofrece la *posibili---dad* de disponer de alimentos baratos y abundantes. Esto se debe a los ----10 000 km de litoral, a las 200 millas de mar territorial y a los vastos ---cuerpos de agua que posee México, en conjunción con los recursos pesqueros asociados.
5. Congruentemente con lo anterior, se identifica una necesidad sustentada --de invertir en el subsector pesca, para lo cual se requiere llevar a cabo---un ejercicio fundamentado de análisis y síntesis (proceso de inversión).
6. En el proceso de inversión se distinguen cuatro etapas básicas:

¹ Desde luego, éste es un postulado de tipo subjetivo que se considera racio---nal. Cabe observar que el análisis de ideologías contrapuestas a este res---pecto, cae fuera de los alcances del presente trabajo.

iii

- Identificación de una necesidad de inversión.
- Formulación de cursos alternativos de acción (proyectos).
- Evaluación de las alternativas de acción.
- Selección de los proyectos de inversión.

7. El desarrollo de este trabajo se aboca principalmente a la formulación, la---evaluación y la selección de algunos tipos de proyectos de inversión en el---subsector pesquero, pero se presenta autocontenido en lo que se refiere a---los *lineamientos* básicos de la metodología utilizada.

EVALUACION¹

8. La evaluación de proyectos en condiciones de certeza se lleva a cabo en base---a tres indicadores de cuantificación; a saber²:
 - Período de Recuperación de la Inversión
 - Tasa Interna de Retorno (TIR)
 - Valor Presente Neto (VPN)
9. El período de recuperación de la inversión se suele definir³ como la míni---ma N en K tal que:

$$C_0 < \sum_{t=1}^N (B_t - C_t),$$

donde N es el conjunto de los números naturales, C_0 es la inversión inicial, B_t los beneficios y C_t los costos, ambos referidos al t -ésimo año⁴. El---criterio de evaluación es subjetivo: el proyecto se acepta como *rentable* ---(*o ventajoso*) si y sólo si N es mayor o igual que un valor predeterminado ---por el tomador de decisiones.

¹ Las dos primeras etapas del proceso de inversión involucran un desarrollo empírico y de sentido común, más que uno de modelos matemáticos.
² Si bien existen más indicadores, no son relevantes por la pobreza de sus aportaciones.
³ Algunas veces se descuentan los flujos via el modelo exponencial de interés compuesto con el costo de capital.
⁴ La notación se presenta simplificada para efectos de exposición (lo que se denomina como costo puede incluir reinversión para, al igual que los beneficios, siempre se refiere a flujos de efectivo).

10. La TIR se define como la tasa efectiva de interés tal que :

$$\sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (1 + TIR)^{-t} = 0,$$

donde n es el horizonte (año) de planeación. El criterio de evaluación -- establece que el proyecto es rentable si y sólo si la TIR es mayor que el costo de capital¹.

11. El VPN se define como sigue:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (1 + K)^{-t},$$

donde k es el costo de capital. El criterio de evaluación establece que -- el proyecto es rentable si y sólo si el VPN es positivo.

12. El correspondiente al VPN es el criterio de evaluación más consistente, ya que:

- a) El VPN y la TIR siempre toman en cuenta todos los flujos del período -- de planeación y el valor del dinero en el tiempo, en contraposición al período de recuperación de la inversión².
- b) Para el caso de una inversión convencional³, el método del VPN y el de la TIR arrojan los mismos resultados, pero únicamente se pueden jerarquizar proyectos en forma directa con el primer indicador
- c) Tal y como se define la TIR, ésta puede no existir o no ser única para proyectos no convencionales. Por su parte, la determinación del VPN -- está claramente establecida.

1 El costo de capital es el costo de financiamiento para inversión y/o el costo de oportunidad de poseer fondos para inversión.

2 Cuando se incorpora el descuento exponencial en este caso, el valor del dinero en el tiempo sí se toma en cuenta, pero no necesariamente todos los flujos del período de planeación.

3 Una inversión convencional es aquella que tiene inicialmente uno o más períodos sucesivos de desembolsos netos, seguidos únicamente por uno o más períodos sucesivos de ingresos netos.

d) Una dificultad asociada con el cálculo del VPN es el conocimiento del -- costo de capital, mismo que no fácilmente se puede determinar. Sin embargo, aunque no en relación a su cálculo, la misma dificultad se presenta con el criterio de la TIR.

13. La evaluación de proyectos bajo incertidumbre se lleva a cabo en base a -- la esperanza y la varianza del VPN, suponiendo que los ingresos y los costos son variables aleatorias. Asimismo, se supone que el VPN tiene una -- distribución aproximada a la normal, con fundamento en su forma funcional y en los resultados generalizados del Teorema del Límite Central. Bajo -- este enfoque, el criterio de rentabilidad se centra en el hecho de que -- la probabilidad de que el VPN sea negativo no supere un número predeterminado por el tomador de decisiones.

14. Tanto en condiciones de certeza como de incertidumbre, la evaluación de -- proyectos debe realizarse en consideración a dos marcos de referencia:

- a) Desde un punto de vista microeconómico: en este caso se verifica qué -- tanto contribuye un proyecto a los objetivos de la empresa. Esta es -- la llamada evaluación financiera.
- b) Desde un punto de vista macroeconómico: en este caso se verifica qué -- tanto contribuye un proyecto a los objetivos e intereses de la nación. Esta es la llamada evaluación económica.

15. Resulta pertinente señalar que, si bien la evaluación financiera de un -- proyecto permite determinar la rentabilidad (también financiera) del mismo, su sana operación financiera no surge sustentada como resultado del -- ejercicio (en especial, por lo que se refiere a posibles problemas de liquidez). Es por esta razón que, como elemento de soporte, se debe llevar -- a cabo el llamado "análisis financiero" del proyecto, incorporando a la -- estructura de flujos de efectivo los conceptos de costo no monetario (depreciaciones, por ejemplo) y de egresos derivados del plan de financia--

miento. A partir de estas inclusiones se procede entonces a elaborar esta dos proforma de la operación financiera, dentro de los cuales destacan -- los estados de pérdidas y ganancias y los de fuentes y usos de fondos.

SELECCION

16. El problema de selección de inversiones consiste en determinar el subconjunto de proyectos que, cumpliendo restricciones tecnológicas, económicas de inversión y/o de financiamiento, maximicen la aportación global a la empresa en el caso financiero, y la aportación global al país en el caso económico. En ambos casos, lo que procede es desarrollar y resolver un modelo de optimización.
17. En atención a las características específicas de los proyectos involucrados en el presente estudio y a que el VPN, además de permitir una jerarquización cuantitativa, de hecho representa el valor actual del proyecto bajo consideración, el modelo particular sobre el cual se trabajó es el siguiente¹:

$$\text{Maximizar } Z = \sum_{j=1}^n \text{VPN}_j Y_j$$

s.a.:

$$\sum_{j=1}^n A_j Y_j < P$$

$$Y_j \in \{0,1\}, j = 1,2,\dots,n.$$

¹ El VPN económico surge de ponderaciones que se le dan a los flujos de efectivo originales ("precios sombra"), de acuerdo con criterios normativos en línea con los intereses nacionales.

donde: VPN_j = VPN del proyecto j ,

($j = 1,2,\dots,n$)

A_j = Inversión única requerida por el proyecto j en el período 1, ($j = 1,2,\dots,n$).

P = Presupuesto disponible

Y_j = Variable de decisión con valor unitario si se acepta el proyecto j y con valor de cero en caso contrario, ($j = 1,2,\dots,n$).

18. En función de la estructura del modelo anterior y dado que se pretende conocer las soluciones óptimas para distintos niveles presupuestales, la programación dinámica, por su simpleza y adecuación para este caso, fue utilizada en el proceso de solución.

ZONA DE ESTUDIO

19. La información actualmente disponible sobre los recursos marinos del país indica la existencia del orden de 200 especies localizadas a lo largo de las costas mexicanas y de 388 000 km² de plataforma continental, registrándose la mayor abundancia de dichos recursos en los litorales de la Península de Baja California, Sonora y Sinaloa, lo cual ha dado lugar a una concentración y a un mayor dinamismo de la actividad pesquera en esta región.
20. Sin embargo, también se tiene conocimiento de la existencia de importantes y cuantiosos volúmenes de recursos pesqueros aún no explotados en otros litorales del país, así como en más de 2.8 millones de ha de cuerpos de agua interiores. En forma concordante, recientemente se han iniciado investigaciones del recurso pesquero en los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, con el propósito fundamental de convertir a la pesca marítima y continental en la principal y más barata fuente de alimentos.

21. Por lo que respecta a la zona de estudio de este trabajo, tomando en cuenta el gran *potencial* de recursos pesqueros con amplias posibilidades de generar alimento barato del Golfo de México (específicamente sardina y especies de escama), así como las perspectivas promisorias para coadyuvar - en el corto plazo al logro de un desarrollo regional más equilibrado, su delimitación se centró en los estados de *Campeche y Tabasco*.

PROYECTOS DE INVERSION

22. En congruencia con las características y los requerimientos de la zona de estudio, se identificaron y evaluaron 15 proyectos de inversión. Tanto el tipo de proyectos como sus dos principales indicadores de evaluación (el VPN y la TIR) se presentan en la tabla anexa, incluyendo el punto de vista financiero y el económico.
23. Del análisis de los indicadores señalados, puede observarse que la embarcación arrastrera de 22.6 m de eslora, la planta congeladora de escama de 20 ton/día, la fábrica de hielo de 100 ton/día, las dos plantas harineras y la central de abastos, en mayor o menor grado, arrojan cifras deficitarias en el VPN financiero, contrariamente a los proyectos restantes.
24. Por otro lado, en lo que a la evaluación económica se refiere, es apreciable lo mucho más satisfactorio de los resultados, aunque con indicadores poco atractivos para los proyectos de captura, (lo cual, en buena medida, se genera por los precios sombra del combustible y de la mano de obra calificada).

PROYECTO	VALOR PRESENTE NETO FINANCIERO ^{1,2}	TASA INTERNA DE RETORNO FINANCIERA ¹	VALOR PRESENTE NETO ECONOMICO ^{1,2}	TASA INTERNA DE RETORNO ECONOMICA
Embarcación escamera de 8 m	0.1	21.8 %	(1.2)	(5.2) %
Embarcación escamera de 9 m	0.2	18.5 %	(1.7)	4.3 %
Embarcación escamera de 18 m	2.2	25.1 %	0.4	20.9 %
Embarcación arrastrera de 22.6 m	(6.0)	13.9 %	(19.3)	(0.0) %
Embarcación arrastrera de 29.6 m	7.5	25.0 %	(1.2)	19.2 %
Planta congeladora de escama 20 ton/día	(42.9)	8.9 %	5.8	21.3 %
Planta congeladora de escama 40 ton/día	64.7	30.8 %	223.6	54.2 %
Planta pulperadora congeladora	81.7	28.9 %	230.8	42.5 %
Fábrica de hielo de 100 ton/día	(9.9)	13.5 %	4.5	22.8 %
Planta de harina de pescado de 30 ton/día	(10.8)	7.1 %	5.1	25.3 %
Planta de harina de pescado de 60 ton/día	(5.4)	16.3 %	24.8	34.8 %
Unidad Integral de producción pesquera	33.5	60.0 %	51.8	78.9 %
Central de abastos pesqueros	(0.4)	19.8 %	27.9	35.5 %
Investigación del recurso sardinero	56.1 ³	33.8 %	161.5	59.9 %
Centro de promoción acuícola	13.2	57.5 %	20.2	70.3 %

1 Millones de pesos de 1981

2 A una tasa del 20% anual

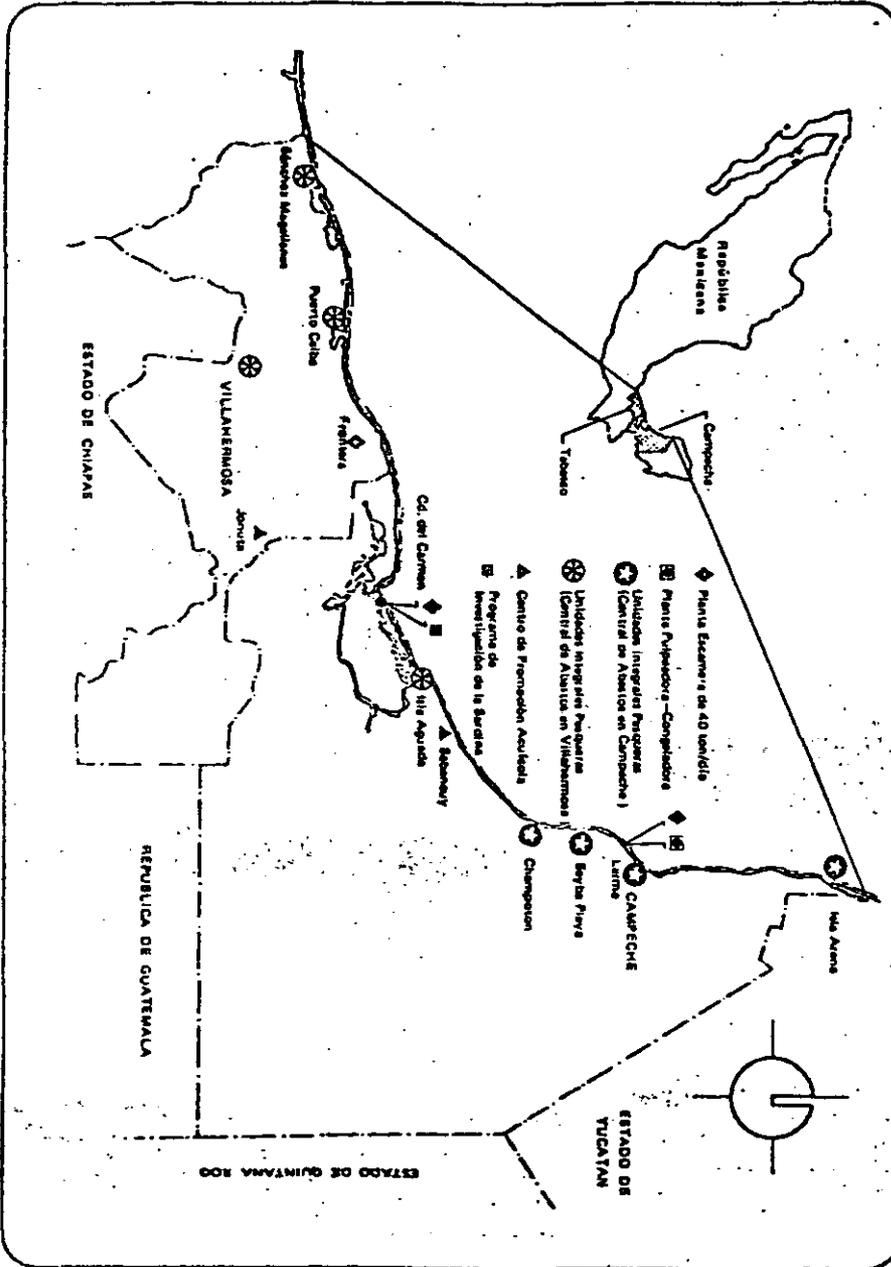
3 Se considera una tasa del 15% anual

Nota: Cabe señalar la posición conservadora de la evaluación, dado que, tanto el 15 como el 20% anual, resultan ser tasas altas en referencia a precios constantes (para el caso del recurso sardinero se hizo una diferenciación en la tasa de interés financiera, debido a las condiciones crediticias prevalentes). Un análisis de sensibilidad, no obstante, se presenta en el cuerpo principal del estudio. Por otro lado, también vale la pena indicar que los términos "tasa", "tasa de descuento" y "tasa de interés" se utilizan indistintamente en referencia al concepto de "tasa efectiva de interés".

RESUMEN DE INDICADORES DE LOS PROYECTOS PROPUESTOS

PAQUETES DE INVERSION

25. Debido a que algunos de los proyectos base de inversión propuestos están relacionados entre sí y a que la implantación aislada de algunos de ellos no tendría sentido, es necesario estructurar paquetes de inversión (conjunciones racionales y técnicamente viables de distintos proyectos).
26. Dependiendo de las relaciones que existen entre los proyectos y de los resultados de la evaluación económica-financiera, se formularon y evaluaron cinco paquetes de inversión:
- Paquete 1: Planta escamera de 40 ton/día**
- 1 planta escamera de 40 ton/día
 - 11 embarcaciones escameras de 18 m de eslora
 - 4 embarcaciones arrastreras de 29.6 m de eslora
 - 1 fábrica de hielo de 100 ton/día
 - 1 planta de harina de 30 ton/día
- Paquete 2: Planta pulpeadora-congeladora**
- 1 planta pulpeadora-congeladora
 - 1 fábrica de harina de 60 ton/día
- Paquete 3: Unidades integrales pesqueras**
- 3 Unidades integrales pesqueras
 - 72 embarcaciones escameras de 8 m de eslora
 - 30 embarcaciones escameras de 9 m de eslora
 - 1 central de abastos
- Paquete 4: Centro de promoción acuícola**
- 1 centro de promoción acuícola
- Paquete 5: Programa de investigación del recurso sardinero**
- 1 programa de investigación del recurso sardinero
27. Para cada paquete, la determinación de las alternativas de localización se hizo de acuerdo con las necesidades de la zona y con los requerimientos de cada grupo de proyectos. De esa manera, un mismo paquete de inversión puede ser localizado en uno o varios lugares, incrementándose de esta forma el número de paquetes de inversión a ser analizados para efectos de selección. En la tabla y la figura subsiguientes se definen e ilustran los paquetes localizados.
28. Los indicadores utilizados para la evaluación de los paquetes de inversión coinciden con los empleados para la evaluación de los proyectos, y los cálculos correspondientes se realizaron a partir de la definición del número de proyectos individuales que integran los paquetes y de sus resultados.
29. En términos económicos y financieros, la inversión y el VPN de cada paquete no localizado se indican en la segunda de las tres tablas subsecuentes. En base a estos resultados y considerando que, como información exógena, la inversión programada para el desarrollo pesquero en la zona de estudio sería del orden de 1 500 millones de pesos, en la tercera tabla se presenta la proposición concreta de selección. Esta implica una inversión total de casi 1 425 millones y un VPN económico de más de 780 millones.
30. Coincidentemente, la selección propuesta es la que se deriva de la solución óptima para el enfoque financiero y, por otra parte, es distinta de la solución óptima correspondiente al enfoque económico. Se debe enfatizar, no obstante, que la mencionada proposición surge de un análisis de ambos enfoques en su parte analítica, pero también en su parte conceptual por lo que se refiere a aspectos difícilmente incorporables a modelos matemáticos. Por lo tanto, reiterándolo, se trata de una simple coincidencia; en general, una selección fundamentada puede diferir de la solución óptima que se obtenga tanto del enfoque financiero como del económico.



LOCALIZACIÓN DE LOS PAQUETES DE INVERSIÓN

NUMERO DE
PAQUETE

PAQUETE LOCALIZADO

- | | |
|---|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1. Planta escamera de 40 ton/día en Cd. del Carmen (Laguna Azul) |
| 1 | 2. Planta escamera de 40 ton/día en Lerma |
| 1 | 3. Planta escamera de 40 ton/día en Frontera |
| 2 | 4. Planta pulperadora congeladora en Lerma |
| 3 | 5. Unidades integrales pesqueras con central de abastos en Villahermosa |
| 3 | 6. Unidades integrales pesqueras con central de abastos en la ciudad de Campeche |
| 4 | 7. Centro de promoción acuicola en Jonuta |
| 4 | 8. Centro de promoción acuicola en Sabancuy |
| 5 | 9. Programa de investigación del recurso sardinero operando desde Cd. del Carmen. |

PAQUETES LOCALIZADOS DE INVERSIÓN

PAQUETE DE INVERSION	VALOR PRESENTE NETO ¹		INVERSION	
	FINANCIERO	ECONOMICO	FINANCIERA	ECONOMICA
PLANTA ESCAMERA DE 40 ton/día	96.3	233.7	508.2	513.1
PLANTA PULPEADORA CONGELADORA	73.8	256.5	258.6	261.5
UNIDADES INTEGRALES PESQUERAS	102.3	44.7	308.2	312.5
CENTRO DE PROMOCION ACUICOLA	13.2	20.2	5.5	5.5
PROGRAMA DE INVESTIGACION DEL RECURSO SARDINERO	56.1 ²	161.6	30.6	30.6

1 A una tasa del 20% anual

2 A una tasa del 15% anual

PAQUETE DE INVERSION
(Millones de pesos de 1981)

PAQUETES LOCALIZADOS	INVERSION ¹	VPN	VPN
		FINANCIERO ²	ECONOMICO ²
Planta escamera de 40 ton/día en Cd. del Carmen	508.2	96.3	233.7
Planta pulpeadora-congeladora en Lerma	258.6	73.8	256.5
Unidades integrales con central en Villahermosa	308.2	102.3	44.7
Unidades integrales con central en Campeche	308.2	102.3	44.7
Centro de promoción acuicola en Jonuta	5.5	13.2	20.2
Centro de promoción acuicola en Sabancuy	5.5	13.2	20.2
Programa de investigación del recurso sardinero ³	30.6	56.1	161.6
TOTALES	1 424.8	457.2	781.6

1 Financiera

2 Calculado a una tasa de descuento del 20% anual

3 VPN financiero calculado a una tasa de descuento del 15% anual

PROPUESTA DEL PROGRAMA DE INVERSION
(Millones de pesos de 1981)

31. En el mismo orden de ideas, finalmente, también se debe hacer hincapié en que, ante la incertidumbre asociada con el desconocimiento "apriorístico" de un presupuesto *determinado* para la inversión, la determinación de las soluciones óptimas financieras y económicas para cualquier nivel presupuestario constituye un apoyo de relevancia para efectos de tomas de decisiones. En este marco, los resultados correspondientes se presentan en el Apéndice de este documento.

CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

32. En este trabajo se ha considerado el problema de inversión, ilustrando la aplicación de una serie de herramientas específicamente diseñadas para tal efecto en el campo de la Investigación de Operaciones. En particular, se discute un caso real de identificación, formulación, evaluación y selección de proyectos de inversión en el subsector pesquero para los estados de Tabasco y Campeche, referido básicamente a las pesquerías de escama y sardina (estas últimas con posibilidades de constituirse en una de las principales y más baratas fuentes de aprovisionamiento de productos en materia alimentaria).

33. A partir de la identificación y formulación de una serie de proyectos y sus proformas de inversión, ingresos y costos de operación, se procede inicialmente a la fase de evaluación. Esta se realiza en forma determinística y bajo condiciones de incertidumbre, incorporando análisis de sensibilidad relevantes y los puntos de vista financiero y económico.

34. A continuación, se aborda el tema de la selección de proyectos. Por lo que respecta a este problema, para cuya solución se dispone de una gran variedad de métodos *ad-hoc*, el algoritmo utilizado en este trabajo se apoya en la técnica clásica de programación dinámica. Esta permite derivar fácilmente las soluciones óptimas del problema en cuestión para cada nivel presupuestario susceptible de ser analizado. El modelo enfrenta algu-

nas limitaciones, como sería la de ignorar la *incertidumbre* involucrada con las variables de decisión; sin embargo, este aspecto puede ser subsanado al incorporar de manera externa considerando probabilísticas a las soluciones del modelo, a manera de disponer de una mayor óptica de sustento ante la toma de decisiones sobre el programa más adecuado de inversión.

35. De cualquier forma, aun cuando puede ser válido suponer que, para efectos prácticos, los resultados de la evaluación de un proyecto han incluido *todo lo relevante* en relación al mismo, es innegable que existe información que difícilmente puede ser incorporada de manera explícita en los modelos de selección. Las "soluciones óptimas" de estos modelos definitivamente constituyen un gran apoyo para la toma de decisiones, pero deben ser *filtradas* a través de otro tipo de información, *subjetiva* o no, a fin de servir mejor a los propósitos perseguidos.

36. Tomando en su debida cuenta lo previamente señalado, dada la información disponible para la realización de este trabajo y atendiendo al enfoque metodológico de solución adoptado, *los resultados que de él emanan se consideran aceptables y con altos niveles de confiabilidad.*

37. Así, se puede afirmar que la región compuesta por los estados de Tabasco y Campeche presenta condiciones adecuadas y ventajas para el impulso de la pesca en México, con base en el objetivo fundamental de coadyuvar a la producción de alimentos baratos, abundantes y de alto valor nutritivo. En congruencia con este objetivo y con las características de la región, se identificaron y se evaluaron 15 proyectos y 5 paquetes (combinación de proyectos) de inversión; la mayoría de los proyectos y *la totalidad* de los paquetes resultaron ser rentables tanto financiera como económicamente.

38. Los paquetes, por otra parte, fueron *localizados* en sitios estratégicos para su implantación, de lo cual, en función de un presupuesto exógeno y de las soluciones óptimas derivadas de los modelos de selección asociados,

se fundamentó una propuesta de inversión para la región.

39. La conclusión básica del estudio, consecuentemente, se centra en la conveniencia de que el subsector pesquero propicie y apoye decididamente una inversión como la propuesta, bajo un esquema de instrumentación que dé lugar al control en la fase de implantación.
40. Por último, vale la pena enfatizar la importancia de la que está revestido el llamado *proceso de inversión*, dado que de éste depende en gran medida el crecimiento y el desarrollo económico en general. Por lo tanto, se concluye acerca de la necesidad de que profesionales con tangencias o incidencias en este campo estén debidamente preparados en su formación académica, no sólo en el ámbito de la teoría, sino también en el marco de las aplicaciones reales.

1.1. La necesidad de invertir

"Desde siempre", la principal preocupación u objetivo del hombre ha sido satisfacer sus necesidades primarias, como son: casa, vestido y sustentación. A través del tiempo, la humanidad ha logrado alcanzar dicho objetivo en cierto porcentaje, con distintos satisfactores y de diversas maneras.

En la actualidad y por lo que a este trabajo concierne, existe un consenso en el sentido de que "el nivel de bienestar de un individuo es precisamente la resultante del grado con el que logra satisfacer sus necesidades físico-biológicas, intelectuales y recreacionales, mediante la adquisición y uso de satisfactores diversos como son la vivienda, la alimentación, los servicios básicos y de esparcimiento, adquiridos con el ingreso derivado de su empleo y del nivel de ahorro generado de excedentes de períodos anteriores" [1].

En este contexto, puede plantearse que los objetivos de todo país deben incluir de manera preponderante los siguientes¹:

- a) Maximizar la oferta interna e independiente de todo tipo de bienes y servicios a nivel nacional, con énfasis en los considerados como básicos.
- b) Minimizar la varianza del ingreso per cápita para la obtención de los satisfactores provenientes de la oferta, a manera de velar por el bienestar de la totalidad de los habitantes y no permitir sólo el de una minoría.

¹ Desde luego, éste es un postulado subjetivo que se considera racional. Cabe observar que el análisis de ideologías contrapuestas a este respecto cae fuera de los alcances del presente trabajo.

Para lograr estos objetivos es conveniente y, de hecho, necesario, seguir los lineamientos de un proceso estructurado de planeación. En este marco, la planeación del desarrollo se refiere al "proceso permanente de previsión, coordinación y encauzamiento de las medidas y acciones concertadas por la sociedad que se requieren para el aprovechamiento efectivo de los recursos humanos, materiales y tecnológicos del país, con el fin de lograr un desarrollo continuo y permanente, cuyos resultados produzcan un mayor bienestar social, distribuido más equitativamente entre todos los sectores de la población y regiones del país" [1].

Dentro del proceso de planeación se realizan cambios constantes en la infraestructura del país para el mejor aprovechamiento de los recursos e incrementos significativos en la producción. Esta infraestructura debe adquirirse o modificarse y para ello es necesario invertir; esto es, la inversión se identifica como un requerimiento para lograr los objetivos relativos al desarrollo del país.

Una de las inversiones prioritarias que deberían ser propiciadas en cualquier país es la concerniente al sector alimentario. No obstante, *el hambre y la desnutrición* es un problema mundial, debido a circunstancias de la política económica internacional, entre los principales factores. Como consecuencia, el desarrollo económico-social de muchas naciones se ha visto fuertemente deteriorado por las crecientes necesidades de importación de alimentos.

Al igual que la mayoría de los países en el mundo, la insuficiente producción nacional de alimentos básicos coloca a México ante una peligrosa dependencia alimentaria. Asimismo, al analizar los diversos campos de inversión en el sector alimentario, se observa que, en el corto plazo, la pesca ofrece la posibilidad de disponer de alimentos baratos, abundantes y de alto valor nutritivo para contribuir a la satisfacción de las nece-

sidades de alimentación de la población y al abatimiento de la señalada dependencia. Esto se debe a los 10 000 km de litoral, a las 200 millas de mar territorial y a los vastos cuerpos de agua que posee México, en conjunción con los recursos pesqueros asociados.

Por lo tanto, considerando que el desarrollo de la pesca en México no ha sido debidamente aprovechado, se identifica una necesidad sustentada de inversión en el subsector, para lo cual se requiere llevar a cabo un ejercicio fundamentado de análisis y síntesis (proceso de inversión).

1.2. El proceso de inversión

En el proceso de inversión se distinguen cuatro etapas básicas:

- 1) Identificación de la necesidad de una decisión o de una oportunidad de inversión.
- 2) Formulación de cursos alternativos de acción (proyectos de inversión) para satisfacer dicha necesidad o aprovechar dicha oportunidad.
- 3) Evaluación de las alternativas de inversión en términos de su contribución a la consecución de metas.
- 4) Selección de una o varias alternativas de inversión, o proyectos, para implantación [2].

Habiendo identificado una necesidad de inversión, la formulación de alternativas de acción para satisfacer dicha necesidad es el caso a seguir. En este sentido, debe señalarse que, para poder optar por "la mejor" decisión de inversión, es fundamental tratar de agotar las diferentes alternativas que *a priori* favorecen los objetivos establecidos pero, obviamente, sin detrimento temporal en relación a la oportunidad o conveniencia de la decisión.

Evaluación

Una vez identificados los proyectos de inversión, se procede consecuentemente a la evaluación de los mismos. Esta consiste en determinar la contribución o utilidad de cada uno de los proyectos en relación al logro de los objetivos correspondientes.

Generalmente, la contribución de los proyectos se expresa en términos de retornos monetarios, para así tener una base de comparación entre cada posible curso de acción.

Selección

Dados los resultados de la evaluación y considerando que lo que se pretende es maximizar la utilidad susceptible de ser generada, en esta fase, -- con base en dichos resultados, el análisis se aboca a la identificación de la mejor opción factible de inversión.

Para ello, se debe seleccionar el o los subconjuntos de proyectos que, -- cumpliendo con las restricciones tecnológicas, económicas y de financiamiento que procedieran, maximicen la utilidad global respectiva.

En esta etapa del proceso de inversión evidentemente no se consideran los proyectos cuyos resultados de evaluación sean desfavorables en general, y la etapa en sí tampoco procedería si sólo se llegara a ella con un solo curso de acción.

1.3. Objetivo del estudio

El desarrollo de este trabajo cubre las cuatro etapas del proceso de inversión en el subsector pesquero, considerando lo expuesto en la sección 1.1 en cuanto al tratamiento de la primera. Bajo este entorno, el objetivo principal del estudio es el de ilustrar una aplicación real en el campo de la formulación, evaluación y selección de algunos tipos de proyec-

tos de inversión en dicho subsector, utilizando técnicas pertenecientes a la Investigación de Operaciones¹. No obstante, el trabajo se presenta autocontenido por lo que concierne a los lineamientos básicos de la metodología adoptada, mismos que se discuten en los dos capítulos subsiguientes. Debe señalarse que éstos sólo comprenden lo correspondiente a la evaluación y selección de proyectos, dado que lo que compete a la formulación responde a un desarrollo empírico y de sentido común, más que a uno de -- construcción de modelos matemáticos.

¹ Este término se utiliza en su sentido amplio, sobreentendiéndose que aspectos particulares de los temas tratados también pueden clasificarse dentro de otras áreas.

II. EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

En este capítulo se discuten sintéticamente los principales criterios y técnicas de evaluación que se utilizan para medir la bondad (rentabilidad) de un proyecto de inversión, a fin de que se pueda apoyar o descartar la realización del mismo, ya sea en función de sus propios méritos o bien frente a otras alternativas de inversión.

2.1. Evaluación bajo condiciones de certeza

Suponiendo la certeza acerca de las características cuantitativas de un proyecto, en esta sección se presentan tres criterios que permiten clasificar la inversión en favorable (rentable) ó desfavorable (no rentable)

Para efectos de la exposición de estos criterios, la notación utilizada para la definición de un proyecto será la siguiente¹:

C_t .- Costo generado por el proyecto durante el período t^2

B_t .- Beneficio generado por el proyecto durante el período t

C_0 .- Inversión inicial requerida

B_0 .- Constante nula

n .- Horizonte de planeación³

K .- Costo de capital (costo de financiamiento para la inversión y/o, en su caso, costo de oportunidad de poseer fondos para la inversión).

Con el objeto de hacer expedita la explicación de cada uno de los criterios de evaluación, se hará referencia a cuatro proyectos de inversión A, B, C y D con las siguientes características⁴:

1 La notación está simplificada con objeto de facilitar la exposición (lo que denomina como costo puede incluir reinversión, pero, al igual que los beneficios, siempre se refiere a flujos de efectivo).

2 Por lo general, las t 's se refieren a años

3 El período de planeación es el lapso que representa la "vida útil" del proyecto para la evaluación, y se constituye por los periodos sucesivos $t = 1, t = 2, \dots, t = n$.

4 Un enfoque semejante a éste se puede encontrar en [1] y en [2].

PROYECTO	COSTO INICIAL	FLUJO NETO EFECTIVO	
		AÑO 1	AÑO 2
A	\$20 000	\$25 000	\$30 000
B	20 000	25 000	10 000
C	20 000	30 000	40 000
D	20 000	35 000	35 000

La jerarquización de proyectos por inspección sólo se puede lograr en un número muy reducido de casos. Sin embargo, en relación a los proyectos arriba mencionados, se puede afirmar lo siguiente:

- 1) Dado que los proyectos A y B únicamente se diferencian porque el primero tiene un flujo neto efectivo mayor que el segundo en el año 2, se puede concluir que A es preferente a B.
- 2) El proyecto D es más conveniente que el proyecto C, ya que D gana --- \$5 000.00 más que C en el año 1 y este último no los recupera (en referencia a D) sino hasta el año 2.
- 3) Los proyectos C y D son más convenientes que los proyectos A y B, --- puesto que todos tienen el mismo costo inicial y C y D tienen flujos mayores en los años 1 y 2.

De lo anterior se deduce la fundamentación del siguiente orden de preferencias:

PROYECTO	PREFERENCIA
A	3
B	4
C	2
D	1

Este ejemplo será utilizado para analizar los criterios de evaluación -- que a continuación se examinan. En cada caso, dichos criterios se apoyan en un indicador de evaluación con el mismo nombre.

2.1.1 Criterio del período de recuperación de la inversión

Este indicador de evaluación como su nombre lo indica, representa el --- tiempo en el cual la suma de los beneficios netos se equipara o supera por primera vez la inversión del proyecto.

El período de recuperación de la inversión se define como la mínima Y en N , tal que:

$$C_0 < \sum_{t=1}^Y (B_t - C_t),$$

donde N es el conjunto de los números naturales¹.

El criterio de evaluación establece que un proyecto es rentable solamente si su Y es menor o igual a un número predeterminado de manera subjetiva por el tomador de decisiones.

¹ Algunas veces se descuentan los flujos con el costo de capital, vía el modelo exponencial de interés compuesto.

El indicador Y suele ser utilizado para comparar varios proyectos entre sí. Aplicando este enfoque a los proyectos A, B, C y D, se obtienen las siguientes preferencias:

PROYECTO	PERIODO DE RECUPERACION	PREFERENCIA
A	1	1
B	1	1
C	1	1
D	1	1

Como puede apreciarse, la incongruencia de estos resultados es "diáfana" y, por lo tanto, tomando el indicador del período de recuperación de la inversión como única base, no se puede afirmar que un proyecto es mejor que otro.

El indicador en cuestión es utilizado con frecuencia en la evaluación de proyectos, debido a que es uno de los métodos más simples y más fácilmente aplicables; este hecho constituye su principal ventaja. Sin embargo, presenta dos fuertes desventajas, además de no permitir la jerarquización de proyectos:

- 1) No toma en cuenta los flujos posteriores al período de recuperación.
- 2) No considera el valor del dinero en función del tiempo¹.

¹ Cuando se incorpora el descuento exponencial, el valor del dinero en el --- tiempo sí se toma en cuenta, pero no necesariamente todos los flujos del --- período de planeación.

En conclusión, el período de recuperación de la inversión *no debe utilizarse* como un criterio de evaluación, a pesar de lo cual puede ser útil como un indicador que proporciona cierta información acerca de la liquidez de un proyecto.

2.1.2 Criterio de la tasa interna de retorno

La tasa interna de retorno (TIR) se define como la tasa efectiva de interés que cumple con la siguiente igualdad:

$$\sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (1 + TIR)^{-t} = 0$$

El criterio de evaluación establece que un proyecto de inversión es rentable si la TIR es mayor que el costo de capital y viceversa. Puede observarse que el argumento involucrado es consistente, dado que el costo de capital normalmente se aplica en el marco del interés compuesto y, en estos términos, se le pone a prueba al proyecto.

La TIR también se utiliza para jerarquizar proyectos, determinando las preferencias mediante una función *natural* decreciente de las tasas. Aplicando este método a los proyectos A, B, C y D, se obtiene la siguiente tabla:

PROYECTO	TASA INTERNA DE RETORNO	PREFERENCIA
A	70.42%	3
B	30.62%	4
C	100.00%	2
D	107.48%	1

En este caso, las preferencias coinciden con las derivadas por el método de inspección. Sin embargo, el método de jerarquización directa de la TIR, por su carácter de *tasa*, no es consistente [1].

Indudablemente, el criterio de la TIR es superior al del período de recuperación de la inversión, ya que, en adición a estar más sólidamente fundamentado, toma en cuenta todos los flujos que se generan a lo largo del período de planeación y el valor del dinero en el tiempo.

Analizada en forma individual, no obstante, la TIR tiene asociadas distintas desventajas [1,2,3] (además de la ya indicada dificultad para jerarquizar proyectos):

- 1) En el caso de una inversión no convencional², la TIR, atendiendo a su definición, puede no existir o no ser única³ (un polinomio de *n* en alguna manera tiene que tener un sola raíz real positiva).
- 2) Una medida de beneficios como tal (contribución a los objetivos perseguidos) no es identificable del conocimiento de la TIR.
- 3) El criterio de evaluación de la TIR requiere del conocimiento del costo de capital, y éste no es fácilmente cuantificable.

1 En forma *indirecta*, la utilización de la TIR sí puede concluir a una jerarquización consistente [2].

2 Una inversión convencional es aquella que tiene inicialmente uno o más períodos de desembolsos netos, seguidos únicamente por uno o más períodos de ingresos netos; una inversión no convencional es aquella que no cumple con las condiciones de una inversión convencional.

3 Ante la existencia de multiplicidad, el análisis se puede profundizar y así llegar a resultados de evaluación sustentados [2], pero la desventaja persiste.

Finalmente, para inversiones convencionales el criterio de evaluación de la TIR sí arroja resultados consistentes.

2.1.3 Criterio del valor presente neto

El valor presente neto (VPN) de un proyecto de inversión se define como sigue:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) (1 + K)^{-t}$$

Evidentemente, el VPN está bien definido y, por esta razón, elimina las desventajas vinculadas con la definición de la TIR.

La idea básica del VPN es pedirle al proyecto una tasa de rendimiento que iguale al costo de capital (compensando de esta manera dicho costo) para así estar en posición de estimar el valor actual de todos los flujos y, por lo tanto, del proyecto (una vez más mediante el modelo de interés compuesto). Consecuentemente, el criterio de evaluación establece que un proyecto es rentable sólo si su VPN es positivo; de lo contrario, el proyecto se clasifica como no rentable.

Es importante hacer énfasis en que, de acuerdo con lo anterior, el VPN proporciona una medida del beneficio implícito en el proyecto bajo evaluación, dando entonces cabida inmediata a un proceso necesariamente consistente de jerarquización (a mayor VPN, mayor el grado de atractividad). Por lo que se refiere a los proyectos A, B, C y D, los resultados son los siguientes:

PROYECTO	VALOR PRESENTE NETO*	PREFERENCIA
A	\$16 667	3
B	2 778	4
C	27 778	2
D	28 472	1

* A un costo de capital del 20%.

Como puede observarse, esta tabla no difiere en preferencias de la generada por el método de inspección, pero, contrariamente a la de la TIR, surge de una relación conceptual respaldada.

En cuanto al vínculo del VPN con la TIR, se puede demostrar que, dado que la última esté bien definida, los criterios de evaluación son equivalentes [1,2,3]. Este resultado es previsible por la forma funcional del VPN¹, así como también lo es la limitante que se le pueda adjudicar a éste por el modelo de interés compuesto utilizado. En este sentido, la argumentación a favor es exactamente la misma que la señalada para la TIR.

Por otro lado, dos desventajas propias del VPN son:

- 1) Si bien proporciona una estimación del beneficio del proyecto, se desvirtúa el "tamaño" de la inversión.
- 2) Su cálculo requiere del conocimiento del costo de capital.

¹ Obviamente, de esta forma se deduce de inmediato que el VPN toma en cuenta todos los flujos del período de evaluación y el valor del dinero en el tiempo.

¹ Desde un punto de vista estricto, esta afirmación no se cumple por la posibilidad de obtener una TIR negativa (las condiciones necesarias y suficientes para que la TIR esté bien definida se pueden encontrar en [3]); a pesar de esto, para efectos prácticos esta posibilidad se acepta, entendiendo que el proyecto no es rentable. Por otra parte, la consistencia de los resultados se llega a cuestionar por condicionar el análisis a un modelo de interés compuesto (en contraposición a uno de dividendos por ejemplo), pero el hecho es que no se ha logrado establecer una alternativa ni cercanamente equiparable.

En el primer caso, el "tamaño" de la inversión se puede incorporar por medio del indicador *VPN por unidad de inversión*, independientemente de que en la fase de selección se tiene que considerar dicho "tamaño".

Sin embargo, la segunda desventaja escapa a cualquier procedimiento indirecto, más allá de un análisis de sensibilidad. A este respecto, es de apreciarse que una TIR bien definida necesita del costo de capital - hasta la aplicación del criterio de evaluación (i.e., un paso después - que el VPN), pero es esta aplicación lo que finalmente se persigue. Para efectos prácticos, por lo tanto, la desventaja como tal no es distinta del VPN (en relación a la TIR).

En resumen, se concluye que el método del VPN es superior al de la TIR - y, en ausencia de alternativas equiparables, el más recomendable en general¹.

2.2 Evaluación bajo condiciones de incertidumbre

Resulta evidente que las variables que intervienen en el análisis de -- proyectos de inversión son aleatorias "en mayor o menor grado". En consecuencia, con objeto de completar los resultados del caso determinístico, es necesaria la utilización de un enfoque que considere la incertidumbre asociada con las variables significativas de un proyecto de inversión, así como las relaciones de interdependencia entre las mismas.

1 Una variante del VPN es el llamado cociente "beneficio/costo", que resulta de dividir el valor presente de los beneficios entre el valor presente de los costos (incluyendo inversión). Así, la rentabilidad se establece cuando el cociente es mayor que 1 (y viceversa). Por otro lado, las mencionadas alternativas se basan en registros contables, y éstos desvirtúan el valor del dinero en el tiempo [2].

Existen diversos métodos para atacar el problema en cuestión, pero, en su mayoría, están diseñados para determinar la función de densidad del VPN¹. En términos generales, la validez de este enfoque es cada vez menos sustentable, dado que los sistemas se relacionan con medios humanos y físicos capaces de *modificar* las previsiones del presente. En este -- contexto, con base en *principios involucrados* en el enfoque pionero de *primer orden* [6,7,8]², la metodología utilizada en este trabajo, práctica además de formal, se enmarca en el ámbito de la *planeación prospectiva*, constituyendo un análisis que permite *prever y concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis.

El modelo se apoya en los siguientes principios:

- 1) El valor esperado $E[-]$ de las variables aleatorias se estima por -- las estimaciones correspondientes al caso determinístico.
- 2) La incertidumbre de las variables se introduce por medio de rangos - en sus varianzas ($Var[-]$) o en sus coeficientes de variación - ($v[-]$) y de sus coeficientes de correlación ($\rho[-,-]$).

El desarrollo de la metodología se presenta a continuación.

2.2.1 Esperanza del VPN

$$\text{Sean } d_t = B_t - C_t$$

$$\text{y } r = 1 + K$$

1 Ver, por ejemplo, [4] y [5].

2 Aun cuando el objetivo de este enfoque seguía asociado con la determinación de la función de densidad del VPN, sentó las bases para atacar el problema - *prospectivamente*.

Entonces,

$$\begin{aligned} E[VPN] &= E\left[\sum_{t=0}^n d_t r^{-t}\right] \\ &= \sum_{t=0}^n E[d_t r^{-t}] \\ &= \sum_{t=0}^n r^{-t} E[d_t] \end{aligned}$$

2.2.2 Varianza del VPN

$$\begin{aligned} \text{Var}[VPN] &= \text{Var}\left[\sum_{t=0}^n d_t r^{-t}\right] \\ &= \sum_{t=0}^n \text{Var}[d_t] r^{-2t} + 2 \sum_{e=0}^n \sum_{t=e+1}^n \text{Cov}[d_e, d_t] r^{-(e+t)} \end{aligned}$$

donde: $\text{Cov}[d_e, d_t]$ = covarianza de los beneficios netos en los años e y t .

Esto es:

$$\begin{aligned} \text{Cov}[d_e, d_t] &= \rho[d_e, d_t] \sigma[d_e] \sigma[d_t] \\ &= \rho[d_e, d_t] v[d_e] v[d_t] E[d_e] E[d_t], \end{aligned}$$

donde: $\rho[d_e, d_t]$ = coeficiente de correlación de beneficios netos en los años e y t , y

$$v[d_e] = \text{coeficiente de variación del beneficio neto en el año } e \quad \left(\text{Var} \frac{1}{2} [\cdot] = \sigma[\cdot]\right)$$

Finalmente, uniformando los coeficientes de variación a un mismo nivel v y utilizando la expresión presentada de $\text{Cov}[d_e, d_t]$, se obtiene:

$$\begin{aligned} \text{Var}[VPN] &= v^2 \left\{ \sum_{t=0}^n E^2[d_t] r^{-2t} + \right. \\ &\quad \left. 2 \sum_{e=0}^n \sum_{t=e+1}^n \rho[d_e, d_t] E[d_e] E[d_t] r^{-(e+t)} \right\} \end{aligned}$$

A partir de esta expresión, es posible calcular la varianza del VPN en función del valor esperado de los beneficios netos, de la tasa de descuento¹ y de los coeficientes de variación y correlación.

Asimismo, variaciones introducidas en los parámetros anteriores permiten realizar análisis de sensibilidad sobre la incertidumbre asociada con los proyectos y definir posteriormente criterios de aceptación y rechazo.

Es importante observar que el papel que desempeñan los coeficientes de variación y correlación se direcciona hacia la determinación de cotas de variación en las variables básicas que definen los beneficios netos, con el fin de que, bajo los mismos valores esperados de dichos beneficios, se minimice el riesgo de que el VPN resulte ser negativo (a posteriori). Dichas variables básicas tendrán que estar relacionadas con la inversión, los ingresos y los egresos, y en este sentido lo que se pretende es *normal* acciones para que las hipótesis se cumplan no sólo en valor esperado sino también en referencia a su "no ocurrencia" en términos de variaciones bruscas².

¹ Los términos "tasa", "tasa de descuento" y "tasa de interés" se utilizan indistintamente en referencia al concepto de "tasa efectiva de interés" y, en general, al de "costo de capital".

² Una forma alternativa para la aplicación del método es la de referir la incertidumbre a los componentes de los beneficios netos, en cuyo caso es recomendable el previamente mencionado enfoque de primer orden, bajo el cual se aproximan las expresiones de $E[VPN]$ y $\text{Var}[VPN]$ eliminando los términos de segundo orden y superiores en desarrollos de series de Taylor. Esto, debido a que el tratamiento probabilístico exacto resulta ser muy complejo y, frecuentemente, no soluble. En este caso, es necesario que los coeficientes de variación contemplados sean reducidos, y que las funciones bajo aproximación sean "razonablemente lineales".

Por lo que respecta a los coeficientes de correlación, es innegable que para su adecuada cuantificación resulta fundamental el atender y conocer los fenómenos que controlan las relaciones entre las variables. De así proceder, se pueden invocar a hipótesis de independencia o correlación perfecta, pero, en todo caso, la correlación entre las variables debe incluirse en el análisis aunque sea de manera aproximada [6,7]¹.

2.2.3 Regiones de aceptación o rechazo

A partir de los valores resultantes de $E[VPN]$ y $Var[VPN]$, se pueden definir regiones de aceptación o rechazo, tomando en cuenta que:

- 1) Dado que el VPN es una suma de variables aleatorias, es razonable suponer que, de acuerdo con los resultados generalizados del Teorema del Límite Central, su función de densidad se aproxima a una de tipo normal².
- 2) De lo anterior se pueden derivar criterios de aceptación o rechazo, visualizados en un sistema de ejes coordenados a través de rectas de la forma $E[VPN] - \beta_k \sigma[VPN] = 0$, donde β_k es el fractil k -ésimo de la distribución normal estándar. Para diferentes valores de β_k , dichas rectas definen distintas particiones del espacio cartesiano, generando regiones de aceptación ("a la derecha" de las rectas) o rechazo ("a la izquierda" de las mismas) bajo distintos niveles de confianza en relación a la hipótesis nula $H_0: VPN \text{ real (a posteriori)} > 0$, delimitadas por los rangos de las tasas de descuento y de los coeficientes de variación considerados.

¹ Mientras mayor sea el desconocimiento de las causas y efectos de los señalados fenómenos, las aproximaciones deben tender a castigar o aumentar la $Var[VPN]$ (posición conservadora racional).

² El número de sumandos involucrados en el VPN es susceptible de incrementarse casi arbitrariamente con la subdivisión de los periodos t .

La aceptación se basa en una "minimización razonada" referente a la probabilidad de que el VPN no sea positivo ante la gama de circunstancias incorporadas, y, en este marco, el tomador de decisiones determina subjetivamente la validez de una β_k específica¹.

3 Evaluación financiera y evaluación económica

Todo lo expuesto en las secciones precedentes atiende a un enfoque microeconómico, puesto que los razonamientos subyacentes obedecen al punto de vista del inversionista. Este enfoque corresponde a la llamada evaluación financiera de proyectos de inversión.

No está sujeto a discusión el hecho de que cualquier formulación de un proyecto tiene que apegarse a los lineamientos y especificaciones del Estado en su carácter de rector de la economía, y en estos términos podría suponerse que la evaluación financiera considera cabalmente los intereses nacionales. Sin embargo, esta situación es sólo un primer paso para valorar los atributos de un proyecto en relación al país. En este ámbito macroeconómico, el análisis respectivo a realizar es la llamada evaluación económica.

En la evaluación económica, metodológicamente al igual que en la financiera, lo que se pretende es cuantificar la posible bondad o rentabilidad económica de un proyecto (medida en "unidades de contribución" para el logro de los grandes objetivos del país), una vez que ésta ha sido identificada a priori. Los puntos relevantes del ejercicio son los siguientes²:

- 1) El análisis se lleva a cabo "en el margen"; esto es, se basa en los resultados obtenidos de los extremos "con proyecto" y "sin proyecto".

Desde luego, el ejercicio completo se puede repetir para distintas hipótesis con respecto a la $E[VPN]$.
² Todo en referencia al país. El calificativo "económico", en general, se vincula a dicha relación.

- 2) De acuerdo con el punto anterior y con las características del proyecto, se determinan conceptualmente y se cuantifican monetariamente los beneficios y los costos económicos para cada lapso de los considerados en el período de planeación. La cuantificación se lleva a cabo a *precios de mercado*.
- 3) Componentes específicos de los flujos de beneficios y costos económicos se ponderan normativamente, en línea con requerimientos y oportunidades ventajosas para el país. Se introducen a la cuantificación, en otras palabras, los llamados *precios sombra*¹.
- 4) Se determina el costo de capital económico (o social), visualizándolo en asociación con una inversión pública. Así, el costo de capital económico es el costo de oportunidad para el país de no canalizar los fondos hacia la inversión pública *versus* la inversión privada². Alternativamente, puede coincidir con el costo de capital financiero, dado que los recursos hubieran sido adquiridos en línea de crédito para una inversión específica.
- 5) La evaluación económica procede entonces en base al mismo *método* que la financiera.

Es evidente que la complejidad de la evaluación económica sobrepasa por mucho a la de la financiera, e, independientemente de ramificaciones que redundan en problemas de multiobjetivos (desarrollo nacional "contra" desarrollo regional, por ejemplo [7]), por la problemática de cuantificación

1 Una buena ilustración de este concepto se puede encontrar en [9].

2 A un nivel menos agregado, la comparación también puede proceder con distintos subsectores para la inversión pública. Debe hacerse énfasis en la controversia que existe en torno al concepto y a la cuantificación del costo de capital, tanto económico como financiero [3].

directa a la que se enfrenta el análisis, éste se tiene que complementar con gran frecuencia por medio de juicios *cualitativos* o de indicadores de apoyo indirecto¹. Asimismo, se debe señalar que la investigación referente a la búsqueda de metodologías más adecuadas continúa [11], aún cuando su aplicación suele ser más exigente en cuanto a requerimientos de información.

Análisis financiero.

Algunos enfoques de análisis del VPN le adjudican la desventaja de no proporcionar elementos de juicio para detectar posibles "cuellos de botella" con respecto a la liquidez financiera del proyecto. Esta afirmación es irrefutable en lo que se refiere a la "no proporción" de dichos elementos, pero, siendo que el VPN es utilizado para determinar la *rentabilidad* de la inversión, como desventaja de ninguna manera se le debe adjudicar. Un concepto claramente definido es la rentabilidad, y otro, aunque íntimamente ligado, es el relativo a los requerimientos de operación de la misma.

Por otra parte, también es evidente que los requerimientos de la operación para el logro de la rentabilidad no se pueden soslayar, y en esta *temática* el elemento de apoyo que procede es la realización del llamado *análisis financiero*.

En su sentido amplio, dicho análisis se refiere a lo comúnmente denominado como *análisis e interpretación de estados financieros*² a lo largo de todo el período de planeación, para lo cual, como plataforma de partida, se le incorpora a la estructura de flujos de efectivo³ los conceptos de -

1 Un buen tratamiento básico se puede encontrar en [10].

2 A su vez, parte de la también denominada *administración financiera* [12]

3 En sus valores esperados.

costo no monetario (depreciaciones, por ejemplo) y de egresos del plan de financiamiento. Subsecuentemente se elaboran estados proforma de la operación financiera para llevar a cabo el análisis, y dentro de éstos destacan los estados de pérdidas y ganancias¹ y los de fuentes y usos de recursos².

Finalmente, dentro de los alcances del análisis financiero como complemento del proceso de evaluación, uno de los indicadores de soporte utilizado con gran frecuencia es el punto de equilibrio de operación. Conceptualmente, este indicador determina una o varias condiciones para que los ingresos y los egresos de un período t se igualen, y, bajo las hipótesis de un mercado potencial establecido (implícita desde la evaluación) y de la validez de los valores esperados de costos y precios de venta, su definición se "cuelga" de un nivel mínimo de ventas o, equivalentemente, por la suposición concerniente al mercado, de producción [13].

¹ Por razones de conveniencia, estos estados se suelen obtener antes que los propios flujos de efectivo.

² Para un tratamiento más amplio, ver [13]

REFERENCIAS

- [1] Calero Lomelín, J., *El Problema de Evaluación y Selección de Proyectos de Inversión: Métodos de Solución y Programación Integrada de Algoritmos*, Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D.F., 1976.
- [2] Bierman, H. (Jr.) y Smidt, S., *The Capital Budgeting Decision*, Macmillan, Nueva York, 1975.
- [3] Gamboa Medina, A., *On the Solution of a Class of Capital Investment Problems*, The University of Aston in Birmingham, Inglaterra, 1978.
- [4] Hiller, F.S., *The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments*, *Mgmt. Sci.* 9, 443-457, 1963.
- [5] Hertz, D. B., *Risk Analysis in Capital Investment*, *Harvard Business Review* 42, 95-106, 1964.
- [6] Díaz Padilla, J., *Análisis de Inversiones bajo Condiciones de Incertidumbre*, XIV Convención Nacional del IMIQ, Guadalajara, Jal. México, 1974.
- [7] Díaz Padilla, J. y Camhaji Samra, E., *Evaluación bajo Incertidumbre de Proyectos Hidráulicos*, IV Congreso Nacional de Hidráulica, Asociación Mexicana de Hidráulica, Acapulco, Gro., México, 1976.
- [8] Cornell, C.A., *First Order Analysis of Model and Parameter Uncertainty*, International Symposium on Uncertainties in Hydrologic and Water Resource Systems, Universidad de Arizona, EUA, 1972.

- [9] Adler, H.A., *Economic Appraisal of Transport Projects: A Manual with Case Studies*, Indiana University Press, EUA, 1971.
- [10] ONUDI, *Pautas para la Evaluación de Proyectos*, Naciones Unidas, Nueva York, 1972.
- [11] Squire, L. y van der Tak, H.G., *Economic Analysis of Projects*, The Johns Hopkins University Press, EUA, 1976.
- [12] Johnson, R.W., *Administración Financiera*, Compañía Editorial Continental, México, D.F., 1974.
- [13] Soto Rodríguez, H., Espejel Zavala, E. y Martínez Frías, H., *La Formulación y Evaluación Técnico-Económica de Proyectos Industriales*, Litograf, México, D.F., 1975.

III. SELECCION DE PROYECTOS

Considerando que, en general, diversos tipos de restricciones se presentan para invertir en todos aquellos proyectos identificados como rentables en la fase de evaluación, el problema de selección de inversiones se puede definir como "el problema decisional de determinar el subconjunto de proyectos que, satisfaciendo las restricciones propias de la empresa¹, maximice el beneficio esperado de la misma.

En consecuencia, el problema de selección de inversiones es un problema de optimización. Lo anterior ha permitido la utilización de las herramientas metodológicas de la Investigación de Operaciones en la solución de esta clase de problemas. En particular, la Teoría de Optimización ha contribuido al planteamiento analítico de modelos de selección de inversiones, así como al desarrollo de algoritmos de solución *ad-hoc* para dichos modelos". [1].

El objeto de este capítulo, en virtud de la gran amplitud del tema, no es el de particularizar el tratamiento de la selección de proyectos en sus diversas modalidades², sino el de exponer la estructura genérica de la composición involucrada³. Sin embargo, el modelo específico utilizado en la aplicación al subsector pesquero antes mencionada, aunque sin profundizar en el desarrollo analítico de solución correspondiente, se discute con mayor detalle.

3.1. Clasificación de los proyectos de inversión

Con el fin de estructurar formalmente el estudio de selección de inversiones mediante la metodología de la Teoría de Optimización, a continuación se presenta una clasificación sistemática de los distintos tipos de proyectos, si bien no exhaustiva, sí adecuada y suficientemente completa

¹ A referirse como la acción de "emprender"

² Ver [2] y [3].

³ Esta parte del capítulo responde a una síntesis de [1].

para efecto de los propósitos perseguidos¹. En esta clasificación, una distinción fundamental es la referente a la dependencia o independencia de los proyectos.

3.1.1 Proyectos con dependencia endógena

La dependencia endógena, derivada de la naturaleza propia de los proyectos, puede ser de dos tipos: económica y tecnológica.

A) *Dependencia económica*.- Este tipo de dependencia se refiere a los flujos de efectivo considerados y/o a la rentabilidad de la inversión.

A.1) Dependencia en los flujos de efectivo

Este caso se da cuando existe una función no constante de los flujos de efectivo con respecto a combinaciones de proyectos seleccionados. Vale la pena señalar que, aunque con alta probabilidad, cambios en los flujos de efectivo no necesariamente repercuten en economías o deseconomías de escala en relación a la rentabilidad. Frecuentemente, esta dependencia sólo comprende a la inversión.

A.2) Dependencia en la rentabilidad

Este caso se da cuando existe una función no constante de la rentabilidad con respecto a combinaciones de proyectos seleccionados. Debe hacerse la aclaración que los cambios en rentabilidad por dependencia en los flujos de efectivo quedan excluidos, y, dado que el indicador de rentabilidad debe ser el mismo para todos los proyectos (por razones de consistencia), el papel activo que se considera es el de parámetros como el costo de capital -- [4,5].

¹ En este contexto, se debe enfatizar la omisión deliberada de los marcos -- "determinístico" y "probabilístico", sobreentendiéndose que ambos pueden proceder, dependiendo del enfoque.

B) *Dependencia tecnológica*.- Este tipo de dependencia se refiere a restricciones intrínsecas no económicas para garantizar la viabilidad técnica de los proyectos.

B.1) Proyectos mutuamente exclusivos

Se dice que dos proyectos son mutuamente exclusivos, si la aceptación de uno implica el rechazo del otro y viceversa.

B.2) Proyectos complementarios

Se dice que dos proyectos son complementarios, si la aceptación (rechazo) de uno implica la aceptación (rechazo) del otro y viceversa.

B.3) Proyectos suplementarios

Se dice que un proyecto es suplementario de otro, si la aceptación del último es condición necesaria para la aceptación del primero.

B.4) Proyectos obligados

Se dice que un proyecto es obligado, si existe la especificación de que debe ser aceptado.

B.5) Proyectos secuenciales

Este tipo de dependencia relaja a las cuatro anteriores, en el sentido de que presenta la flexibilidad de que no necesariamente se den de manera individual en sólo un punto del tiempo.

Por último, técnicamente es necesario distinguir entre proyectos indivisibles y divisibles. Los primeros son aquellos que, por sus características, se tienen que aceptar o rechazar en su totalidad; los segundos, con trariamente, pueden ser aceptados parcialmente en forma continua.

1.2 Proyectos con dependencia exógena o presupuestal

Este tipo de dependencia se refiere al denominado *racionamiento de capital* y concretamente se encuentra cuando el monto total de la inversión no debe exceder un determinado presupuesto, mismo que en general se fija exógenamente al tomador de decisiones.

Resulta evidente que el tratamiento de esta dependencia es fundamental, dada la considerable incidencia de los casos de escasez de recursos para la inversión.

En la restricción presupuestal se identifican dos tipos de selecciones:

- A) *Selección estática*.- Esta selección se lleva a cabo cuando la decisión de invertir en determinados proyectos, *así como la implantación* de los mismos, se realizan en un solo período.
- B) *Selección diferida*.- Esta selección procede cuando es posible diferir la inversión a períodos posteriores *al de la toma de decisiones* dentro del período de planeación. Por lo tanto, el objeto en esta opción es determinar cuáles proyectos deben ser seleccionados y cuándo se deben ejecutar.

Finalmente, la selección óptima de inversiones con este tipo de dependencia puede involucrar a proyectos con uno o varios períodos de inversión.

3.1.3 Proyectos con dependencia operacional

Esta clase de dependencia surge de restricciones de carácter operacional, mismas que pueden deberse a aspectos estratégicos o a imposiciones legales.

A) *Dependencia estratégica*.- Esta dependencia se origina por políticas empresariales¹ de operación. Puede incluir, por ejemplo, mínimos de inversión para proyectos de investigación y desarrollo, o bien la aceptación de determinados proyectos ventajosos para la operación global de la empresa¹, independientemente de las rentabilidades individuales correspondientes.

B) *Dependencia legal*.- Esta dependencia se genera por disposiciones legales de operación, a los cuales, por razones obvias, se tienen que apegar los proyectos.

3.1.4 Proyectos con otros tipos de dependencia

La clasificación de los proyectos de inversión tiene el propósito de sistematizar su estudio y el análisis de los modelos de optimización correspondientes. En los casos prácticos, por lo general se presentarán problemas de selección de inversiones que involucren una combinación de tipos de dependencia, tanto endógena y presupuestal como operacional. Este tipo de problemas podrán modelarse adecuadamente mediante la conjunción de las características de los modelos que presentan por separado cada tipo de dependencia. Desde luego, los modelos de optimización serán más complejos y requerirán, en la mayoría de los casos, de métodos de solución mucho más sofisticados¹ [1].

¹ Una vez más, en referencia a la acción de "emprender".

1.5 Proyectos independientes

Si en un conjunto de proyectos no se presenta *ningún* tipo de dependencia, y solamente en este caso, se dice que los elementos de dicho conjunto -- son *independientes*. El problema de selección de inversiones se facilita entonces enormemente, aceptando o rechazando cada proyecto en función de los resultados de la evaluación. Ciertamente, la hipótesis de independencia entre proyectos es muy restrictiva para efectos prácticos, dado que presupone un mercado de capital no acotado (cuando menos, en relación al monto total de la inversión rentable considerada).

3.2. Un modelo general de selección óptima de inversiones

La clasificación de proyectos previamente explicada "permite el tratamiento de cada uno de los tipos de problemas de selección con modelos -- apropiados a la naturaleza de cada clase. En esta sección se propone un modelo general que ilustra la complejidad del proceso analítico de selección de inversiones en su caso más amplio, el cual se simplifica significativamente cuando se refiere a una clase de problemas en particular". [1].

Sean:

\bar{x}_j = vector cuyos componentes son las variables técnicas, de control o de definición del proyecto j

m = número de proyectos

$X = (\bar{x}_1, \bar{x}_2, \dots, \bar{x}_m)$

y_j = variable de decisión asociada con la aceptación ($y_j = 1$), el rechazo ($y_j = 0$) o la aceptación parcial ($0 < y_j < 1$) del proyecto j.

$\bar{y} = (y_1, y_2, \dots, y_m)$

$f_j(\bar{X}, \bar{y})$ = beneficio del proyecto j, dependiente de las variables técnicas y de decisión.

$a_{ij}(\bar{X}, \bar{y})$ = la inversión de capital requerida por el proyecto j en el período i, dependiente también de las variables técnicas y de decisión.

P_i = presupuesto disponible en el período i

Entonces, el modelo se puede formular como sigue:

DETERMINAR X^* y \bar{y}^* para:

MAXIMIZAR $Z = \sum_{j=1}^m f_j(\bar{X}, \bar{y}) y_j$,

SUJETO A LAS RESTRICCIONES:

ECONOMICAS $g_k(\bar{X}, \bar{y}) < b_1, k = 1, 2, \dots, r_1 - 1,$

TECNOLOGICAS $g_k(\bar{X}, \bar{y}) < b_2, k = r_1, r_1 + 1, \dots, r_2 - 1,$

PRESUPUESTALES $\sum_{j=1}^m a_{ij}(\bar{X}, \bar{y}) y_j < P_i, i = 1, 2, \dots, n,$

OPERACIONALES $g_k(\bar{X}, \bar{y}) < b_3, k = r_2, r_2 + 1, \dots, r_3,$

DE CONTROL¹ $X > \bar{0},$

Y DECISIONALES $\left\{ \begin{array}{l} y_j \in \{0, 1\} \quad \forall \text{ proyecto } j \text{ indivisible} \\ 0 < y_j < 1 \quad \forall \text{ proyecto } j \text{ divisible} \end{array} \right.$

¹ Las variables técnicas siempre se pueden dejar restringidas a tomar valores no negativos.

A pesar de los avances logrados en el campo de la Teoría de Optimización, la dificultad *genérica* para resolver el problema que plantea el modelo anterior es evidente¹. No obstante, cabe destacar que un gran número de casos particulares han sido resueltos satisfactoriamente².

3.3. El problema de la mochila

Para un nivel presupuestal determinado, la selección de inversiones en el presente trabajo se centra en la solución del siguiente modelo, conocido como el *problema de la mochila*.

$$\text{Maximizar } z = \sum_{j=1}^m \text{VPN}_j y_j.$$

sujeto a las restricciones³:

$$\sum_{j=1}^m a_{0j} y_j \leq P_0 \text{ y}$$

$$y_j \in \{0,1\} \forall j.$$

donde: VPN_j = VPN del proyecto j

El nombre del *problema de la mochila* se debe a Dantzig [7], en referencia a un "andariego" que enfrenta la decisión de seleccionar los artículos a incluir en su "mochila" de capacidad limitada P_0 (en este contexto a_{0j} y VPN_j son el requerimiento en capacidad del j -ésimo artículo y el valor de incluir al mismo, respectivamente).

1 Debe hacerse hincapié en que se trata de un y no de el modelo general (algunos enfoques, por ejemplo, se abocan a la minimización *exclusiva* del riesgo, manejando el concepto de "beneficio mínimo" como una restricción).

2 Ver [2], [3] y [6].

3 Los subíndices nulos se refieren al principio del primer período.

Dantzig describió una regla de inspección directa para obtener una solución óptima del problema continuo asociado¹ [7], indicando que la solución redondeada debería ser satisfactoria para efectos prácticos. Dicha regla, en el contexto de la selección de inversiones, ya había sido determinada indirectamente² por Lorie y Savage [8], estableciendo que las aceptaciones de los proyectos deberían llevarse a efecto en orden decreciente de los VPN_j 's unitarios, hasta agotar los fondos monetarios para la inversión total³. De cualquier forma, Weingartner fue el primero en identificar el racionamiento de capital y las indivisibilidades como un problema de programación matemática [9], que, como tal, puede ser resuelto por cualquier método de programación entera lineal [10]. Por la coincidencia temporal de su trabajo, Weingartner hizo referencia al *método de cortes* de Gomory [11], pero el enfoque de *ramificación y acotación* de Land y Doig [12] fue el que condujo a los métodos *exactos* de solución más eficientes [13, 14, 15]⁴.

3.4. El problema paramétrico de la mochila

Sin el conocimiento de un nivel presupuestal determinado, el modelo de la sección precedente se puede reformular condicionando la maximización a cualquier valor de P_0 . Esta condicionante tiene validez en el marco de la aplicación objeto de este trabajo, dado que, aun cuando se contó con información relativa al nivel presupuestal, también se tuvo conocimiento de su carácter "tentativo", sin más especificaciones al respecto. Consecuentemente, no dejando de tomar en cuenta dicha información -

1 Con $0 \leq y_j \leq 1$ en lugar de $y_j \in \{0,1\}$.

2 Esto es, sin visualizar al problema como uno de programación matemática.

3 Se debe señalar, sin embargo, que Dantzig también indicó en [7] que el problema de la mochila se podría resolver con la utilización de la programación dinámica.

4 Procedimientos *aproximados* de muy rápida convergencia también fueron desarrollados [16, 17].

para efectos de conclusiones, se incorporó en el ejercicio la mencionada condicionante como elemento de apoyo y completez en relación a posibilidades de cambio¹.

Bajo este enfoque y en función de la estructura del modelo, la técnica de solución utilizada fue la clásica de programación dinámica, dado que permite derivar fácilmente las soluciones óptimas del problema en cuestión para cada nivel presupuestario susceptible de ser analizado^{2,3}.

Debe ser señalado, finalmente, que el calificativo de paramétrico referente al problema se debe a Ochoa, para el cual desarrolló un método de solución en base a principios de ramificación y acotación [14]. En comparación con la programación dinámica, el método puede presentar la desventaja de mayores requerimientos de memoria en computadora. Sin embargo, la generalización de Ochoa para más de un período con restricciones presupuestales [19] supera las posibilidades prácticas de la programación dinámica.

Conclusiones específicas para distintos niveles presupuestales caen fuera de los alcances de este trabajo, pero las directrices correspondientes se ilustran en el caso particular presentado.

Ver [18], por ejemplo.

El aspecto de incertidumbre se trata exógenamente en la fase de evaluación.

REFERENCIAS

- [1] Ochoa Rosso, F., *Estructura del Problema de Selección Óptima de Inversiones*, Academia Mexicana de Ingeniería, México, D. F., 1977.
- [2] Eskauriatza Araux, J., *La Investigación de Operaciones en la Programación de Proyectos de Inversión*, Tesis Profesional, Facultad de Ciencias, UNAM, México, D. F., 1973.
- [3] Calero Lomelín, J., *El Problema de Evaluación y Selección de Proyectos de Inversión: Métodos de Solución y Programación Integrada de Algoritmos*, Tesis Profesional, Facultad de Ciencias UNAM, México, D. F., 1976.
- [4] Gamboa Medina, A., *On the Solution of a Class of Capital Investment Problems*, The University of Aston in Birmingham, Inglaterra, 1978.
- [5] Gamboa Medina, A., *Selección de Inversiones: Aplicación de un Enfoque de Ramificación y Acotación a Problemas de Programación Discreta por Medio de Cotas Aproximadas*, II Reunión Nacional de Actuarios, Colegio de Actuarios de México, México, D. F., 1980.
- [6] Ochoa Rosso, F., *La Investigación de Operaciones en la Programación de Inversiones*, Apuntes de Curso, Facultad de Ingeniería, UNAM, México, D. F., 1973.
- [7] Dantzig, G.B., *Discrete Variable Extremum Problems*, Ops. Res. 5, 266-277, 1957.
- [8] Lorie, J. H. y Savage, L. J., *Three Problems in Rationing Capital*, J. Bus. 28, 229-239, 1955.
- [9] Weingartner, H. M., *Mathematical Programming and the Analysis of Capital Budgeting Problems*, Prentice-Hall, EUA, 1963.

- 0] Tahá, H. A., *Integer Programming: Theory, Applications, and Computations*, Academic Press, Nueva York, 1975.
- 1] Gomory, R. E., *Outline of an Algorithm for Integer Solutions to Linear - Programas*, Bull. Amer. Math. Soc. 64, 275-278, 1958.
- 2] Land, A. H. y Doig, A., *An Automatic Method for Solving Discrete Programming Problems*, Econometrica 28, 497-520, 1960.
- 3] Kolesar, P., *A Branch and Bound Algorithm for the Knapsack Problem*, Mgmt. Sci. 13, 723-735, 1967.
- 4] Ochoa Rosso, F., *Applications of Discrete Optimization Techniques to Capital Investment and Network Synthesis Problems*, Massachusetts Institute of Technology, EUA, 1968.
- 15] Greenberg, H. y Hegerich, R. L., *A Branch Search Algorithm for the Knapsack Problems*, Mgmt. Sci. 16, 327-332, 1970.
- 16] Senju, S. y Toyoda, Y., *An Approach to Linear Programming with 0 - 1 Variables*, Mgmt. Sci. 15, B196-B207, 1968.
- 17] Toyoda, Y., *A Simplified Algorithm for Obtaining Approximate Solutions to Zero - One Programming Problems*, Mgmt. Sci. 21, 1417-1427, 1975.
- 18] Hadley, G., *Nonlinear and Dynamic Programming*, Addison-Wesley, EUA, 1964,
- 19] Ochoa Rosso, F., *Selección de Inversiones Estática con Varios Periodos - de Inversión: Solución Paramétrica*, Artículo de Curso (La Investigación de Operaciones en la Programación de Inversiones), Facultad de Ingeniería, UNAM, México, D. F., 1976.

IV. UNA APLICACION DEL PROCESO DE INVERSION EN EL SUBSECTOR PESCA

Dada la necesidad de inversión en el subsector pesquero¹, en este capítulo se presenta una aplicación del proceso correspondiente para satisfacer dicha necesidad, incluyendo la identificación, la formulación, la evaluación y la selección de cursos alternativos de acción.

4.1. Identificación de cursos alternativos de acción

La información actualmente disponible sobre los recursos marinos del país indica la existencia del orden de 200 especies localizadas a lo largo de las costas mexicanas y de 388 000 km² de plataforma continental, registrándose la mayor abundancia de dichos recursos en los litorales de la Península de Baja California, Sonora y Sinaloa, lo cual ha dado lugar a una concentración y a un mayor dinamismo de la actividad pesquera en esta región.

Sin embargo, también se tiene conocimiento de la existencia de importantes y cuantiosos volúmenes de recursos pesqueros aún no explotados en otros litorales del país, así como en más de 2.8 millones de ha de cuerpos de agua interiores. En forma concordante, recientemente se han iniciado investigaciones del recurso pesquero en los estados de Guerrero, Oaxaca, Chiapas, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, con el propósito fundamental de *convertir a la pesca marítima y continental en la principal y más barata fuente de alimentos.*

Por lo que respecta a la zona de estudio de este trabajo, tomando en cuenta el gran potencial de recursos pesqueros con amplias posibilidades de generar alimento barato del Golfo de México (específicamente sardina y especies de escama), así como las perspectivas promisorias para coadyuvar en

¹ Ver Sección 1.1

el corto plazo al logro de un desarrollo regional más equilibrado, su delimitación se centró en los estados de *Campeche y Tabasco*¹.

En congruencia con las características, la disponibilidad de recursos y los requerimientos de la zona de estudio se identificaron 15 proyectos de inversión en los renglones de captura², industrialización, infraestructura, comercialización, investigación y acuicultura. Los proyectos se orientaron a cumplir con los lineamientos de una estrategia que fundamentalmente propone la diversificación de las capturas en base a las especies de escama, la consolidación y el aprovechamiento de la infraestructura y superestructura existentes en los centros más importantes de la región, y el apoyo al desarrollo integral de las comunidades rurales dispersas en la zona, en línea con los objetivos de una mayor producción y un impulso a la evolución económica, armónica y autónoma del medio rural pesquero.

La cartera de proyectos propuesta, cabe señalarlo, no incluye proposiciones importantes para la pesquería de sardina, debido a la incertidumbre asociada con las estimaciones de su gran potencial; sin embargo, comprende la requerida y apropiada, de acuerdo con la situación actual, para acelerar la investigación y experimentación que permitan caracterizar las poblaciones correspondientes y sus procesos de captura.

A continuación se enumeran los mencionados proyectos, mismos que, por la dependencia tecnológica involucrada entre ellas, se denominaron *proyectos base*³.

- 1 El razonamiento que conlleva a la determinación de la zona de estudio evidentemente está fundamentado, pero, por razones obvias, no descarta otras alternativas también viables y sustentables.
- 2 Dado que los recursos humanos especializados en la fase de captura constituyen un "cuello de botella" en el ámbito nacional, los requerimientos de capacitación para embarcaciones mayores (de 18 m de eslora en adelante) se incluyen en la inversión.
- 3 Como posteriormente se verá, de los proyectos base se generan después proyectos tecnológicamente independientes o *paquetes de inversión*.

• **Proyectos de captura:**

1. Embarcación escamera de 8 m de eslora
2. Embarcación escamera de 9 m de eslora
3. Embarcación escamera de 18 m de eslora
4. Embarcación arrastrera de 22.6 m de eslora
5. Embarcación arrastrera de 29.6 m de eslora

• **Proyectos de industrialización:**

6. Planta escamera de 20 ton/día
7. Planta escamera de 40 ton/día
8. Planta pulpeadora - congeladora de 100 ton/día
9. Fábrica de hielo de 100 ton/día
10. Planta de harina de 30 ton/día
11. Planta de harina de 60 ton/día

• **Proyectos de infraestructura:**

12. Unidad integral pesquera

- Proyectos de comercialización:

13. Central de abastos pesquera

- Proyectos de investigación:

14. Programa de investigación del recurso sardinero

- Proyectos de acuicultura:

15. Centro de promoción acuícola.

4.2. Descripción y evaluación de los proyectos base de inversión

En esta sección se presentan una descripción sintética de cada proyecto - base, sus características cuantitativas de definición, así como los resultados de la evaluación respectiva.

En cada caso¹, la evaluación y el análisis financiero se realizaron en base a los siguientes puntos:

- El período de planeación se fijó en 10 años².
- La evaluación se llevó a cabo a precios constantes de 1981.
- Se consideró una tasa de descuento del 20% anual, tanto en la evalua--

1 Con excepción del programa del recurso sardinero, como se verá más adelante.

2 Práctica común en la evaluación de proyectos pesqueros.

ción financiera como en la evaluación económica¹.

- La viabilidad técnica de los proyectos y sus características de definición cuantitativa responden a planteamientos apegados a la realidad (no se trata, en otras palabras, de proyectos de tipo -- académico).
- Los flujos económicos incluyen la totalidad de los flujos de --- efectivo, dado que éstos ya se refieren a incrementos de producción "en el margen" (se excluyen, desde luego, transferencias -- por concepto de impuestos).
- Las componentes de los flujos de efectivo que se ponderaron para la evaluación económica son los siguientes:

- A) La componente externa (importaciones) al 134.6%.
- B) La mano de obra calificada al 200%.
- C) La mano de obra no calificada al 0%.
- D) El combustible al 588.2%.

Por otra parte, previa síntesis de la descripción técnica y de los -- resultados de evaluación de cada proyecto, se presentan los siguientes cuadros de información:

- Inversión requerida
- Flujo neto de efectivo
- Estado de pérdidas y ganancias
- Fuentes y usos de recursos financieros
- Indicadores de evaluación financiera
- Análisis de sensibilidad

1 Se debe señalar que una tasa del 20% anual es equivalente a adoptar una posición conservadora para la evaluación, dado que ésta se lleva a cabo a precios constantes (sin considerar la inflación).

- Flujo neto económico
- Indicadores de evaluación económica

A este respecto, conviene señalar una serie de aspectos que facilitan la interpretación de los cuadros.

- La inversión requerida está conformada por la inversión fija, la inversión diferida y el capital de trabajo. La diferencia entre la inversión fija y la inversión diferida estriba en que la primera se refiere a activos fijos y la segunda a gastos *derivados* para la adquisición de los mismos. El capital de trabajo, por otro lado, es el necesario para poder operar en tanto se empieza a generar los ingresos propios del proyecto.
- En el rubro de ingresos se incluye el valor de rescate en el horizonte de planeación (año 10), así como, dependiendo del caso, un período de aprendizaje inicial. Este período repercute en menores ingresos durante los primeros años, en comparación con los de la etapa de estabilización (ingresos constantes).
- En lo que a costos concierne, el seguro, la depreciación, el mantenimiento y el valor de rescate, con excepción de los proyectos de captura, atienden a los siguientes porcentajes sobre la inversión.

CONCEPTO	SEGURO	DEPRECIACION	MANTENIMIENTO	VALOR DE RESCATE
Obra civil	0.3	3.3	3.0	6.7
Maquinaria y Equipo	1.0	10.0	3.0	0.0
Equipo móvil ¹	10.0	20.0	10.0	0.0

Cifras en porcentajes anuales

¹ Este equipo, por tener una depreciación del 20%, conduce a una reinversión después de 5 años.

- En los proyectos de captura la depreciación de la embarcación es del 6% anual, el valor de rescate del 20%, el seguro del 5% y el mantenimiento del 8 al 20%, dependiendo del tipo de barco. Para las artes de pesca las cifras varían en función de la tecnología utilizada: la depreciación es del 20 o del 10% anual (por lo cual el valor de rescate es nulo en el horizonte de planeación), el mantenimiento varía del 12 al 15% y el seguro del 0 al 5%.
- El estado de pérdidas y ganancias se elaboró bajo la suposición de la disponibilidad *no financiada* de la inversión. Sin embargo, un plan de financiamiento acorde a las prácticas comunes del subsector se incluyó en el cuadro de fuentes y usos de fondos, con objeto de considerar esta alternativa, por un lado, y de poder analizar la liquidez financiera, por el otro.
- Debido a lo anterior, en el estado de pérdidas y ganancias, derivado a su vez del flujo neto de efectivo, el renglón de apertura de crédito no está considerado, en contraposición al estado de fuentes y usos de fondos.
- El costo variable por tonelada (presentado en los cuadros de pérdidas y ganancias) incluye los siguientes conceptos: materia prima, mano de obra directa, alimentos, energía eléctrica, combustibles y lubricantes, agua, hielo, material de empaque e imprevistos. En cuanto a los ingresos, por las condiciones de mercado, las ventas se supusieron como directamente derivadas de la producción (en algunos casos, por el ya señalado período de aprendizaje, las ventas y la producción son menores en los primeros años de operación; en muy contadas ocasiones, el costo variable por tonelada difiere del de los años subsiguientes).

- Los costos fijos, también como componentes del cuadro de pérdidas y ganancias, se dividen en:

- A) Gastos administrativos
- B) Depreciación y amortización
- C) Seguros
- D) Diversos

- Los gastos administrativos, en general, se componen de los siguientes rubros: mano de obra indirecta, personal administrativo, insumos y mantenimiento de oficina y gastos de viáticos y representación.

- En lo que respecta a la depreciación y la amortización, habiendo tratado ya el primer concepto, procede la explicación de que el segundo esté considerado, dado que en el estado de pérdidas y ganancias no está incluido un plan de financiamiento. La amortización, específicamente, se refiere a los gastos preoperativos (inversión diferida) y, por ley, se permite incorporarla proporcionalmente en los costos de operación a lo largo de todo el período de planeación.

- Por último, los costos fijos diversos se componen por los conceptos de mantenimiento, permisos, requerimientos de vestuario de trabajo, equipos menores e imprevistos.

- Como ya fue mencionado, el cuadro de fuentes y usos de recursos financieros se elaboró para cada proyecto en base a un plan de financiamiento, cuya estructura crediticia es la usual en la rama considerada del subsector. Al incluir dicho plan, obviamente el renglón de egresos se "carga" por concepto de la amortización y el pago de intereses, lo cual *ilustra* la posición de liquidez financiera del proyecto a lo largo del período de planeación.

- Asimismo, con el plan de financiamiento el rubro de apertura de crédito queda comprendido en la inversión (fuentes), y, por otra parte, la amortización de los gastos preoperativos (inversión diferida), al formar parte de la inversión en su carácter de usos, se excluyen de los costos de operación.
- Análisis de sensibilidad relevantes del VPN con respecto al costo de capital y de la TIR con respecto a los ingresos, los costos y la inversión se incluyen como resultados complementarios de evaluación.

Finalmente, en cuanto al programa de investigación del recurso sardinerero, por la ya señalada incertidumbre asociada con las estimaciones de su gran potencial, la evaluación a este nivel se abocó a su tratamiento bajo consideraciones probabilísticas subjetivas, apegándose a lo expuesto en la Sección 2.2¹.

¹ La evaluación bajo incertidumbre se lleva a cabo posteriormente para cada uno de los paquetes de inversión.

V. CONCLUSIONES Y COMENTARIOS FINALES

1. En este trabajo se ha considerado el problema de la inversión, ilustrando -- la aplicación de una serie de herramientas específicamente diseñadas para tal efecto en el campo de la Investigación de Operaciones. En particular, se discute un caso real de identificación, formulación, evaluación y selección de proyectos de inversión en el subsector pesquero para los estados de Tabasco y Campeche, referido básicamente a las pesquerías de escama y sardina (estas últimas con posibilidades de constituirse en una de las principales y más baratas fuentes de aprovisionamiento de productos en materia alimentaria).
2. A partir de la identificación y formulación de una serie de proyectos y -- sus proformas de inversión, ingresos y costos de operación, se procede inicialmente a la fase de evaluación¹. Esta se realiza en forma determinística y bajo condiciones de incertidumbre, incorporando análisis de sensibilidad relevantes y los puntos de vista financiero y económico.
3. El proceso de evaluación determinística atiende a los principios y criterios comúnmente utilizados (y fundamentados) en esta rama, por lo cual se apoya de manera preponderante en los indicadores del VPN y de la TIR². Asimismo se incluye un *análisis financiero* complementario, con objeto de atacar el problema de la *sana operación* financiera y no sólo el de la *rentabilidad*.
4. Para la evaluación bajo condiciones de incertidumbre se discute y aplica -- una metodología pragmática, formal y útil, encaminada hacia la determinación de la varianza del VPN dentro de rangos susceptibles de generar direc

- 1 Sin ser tema de discusión objeto en el presente trabajo, conviene observar que el aspecto del mercado viene a ser no limitante para los proyectos identificados. Sin embargo, en general éste puede no ser el caso y, por lo tanto, también puede requerir de un análisis con mayor o menor grado de dificultad.
- 2 Aceptando valores negativos para la TIR, ésta resulta estar bien definida -- para los proyectos identificados.

ces apropiadas de control. La información que se requiere comprende medidas de "variabilidad" con respecto a los beneficios netos (de los proyectos) y sus relaciones de interdependencia estocástica. La variabilidad es producida a través de *coeficientes de variación* y las relaciones de interdependencia por medio de *coeficientes de correlación*. Estos últimos se fijan *subjetiva y conservadoramente*, de manera que, en todo caso, la recusión de las aproximaciones asociadas se reflejen en "castigos" a los proyectos.

Es importante hacer hincapié en que la metodología utilizada para la evaluación bajo condiciones de incertidumbre, apoyada en principios involucrados en el enfoque de *primer orden*, proporciona soluciones exactas al problema en cuestión. Enmarcada en el ámbito de la *planeación prospectiva*, constituye en un valioso análisis de sensibilidad de tasas de descuento de coeficientes de variación que permiten *prever y concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis. Dichos coeficientes de variación, junto con los de correlación, *direccionan* hacia la especificación de *cotas de variación* en las variables básicas que definen los beneficios netos de cada uno de los proyectos de inversión, con el fin de *prever, bajo los mismos valores esperados de dichos beneficios, sea minimizado el riesgo de que el VPN resulte ser negativo (a posteriori)*.

Respecto al problema de la selección de proyectos, para cuya evaluación se dispone de una gran variedad de métodos *ad-hoc*, el algoritmo utilizado en este trabajo se apoya en la técnica clásica de programación dinámica. Esta permite derivar fácilmente las soluciones óptimas del problema en cuestión para cada nivel presupuestario susceptible de ser analizado. El modelo enfrenta algunas limitaciones, como sería la de ignorar la incertidumbre implícita en las variables de decisión; sin embargo, este aspecto puede ser subsanado al incorporar de manera externa considerandos probabilísticos a las soluciones del modelo, a manera de disponer de una mayor óptica de sustento ante la toma de decisiones sobre el programa más adecuado de inversión.

7. De cualquier forma, aun cuando puede ser válido suponer que, para efectos prácticos los resultados de la evaluación de un proyecto han incluido *todo lo relevante* en relación al mismo, es innegable que existe información que difícilmente puede ser incorporada de manera explícita en los modelos de selección. Las "soluciones óptimas" de estos modelos definitivamente constituyen un gran apoyo para la toma de decisiones, pero deben ser *filtradas* a través de otro tipo de información, *subjetiva* o no, a fin de servir mejor a los propósitos perseguidos.
8. En particular, para el caso de estudio analizado podrían existir una serie de restricciones al tratar el problema dentro de un marco globalizador sectorial y espacialmente más amplio, como, por ejemplo, la competencia para efectos de asignación de recursos entre los estados (y no sólo entre los directamente involucrados) o la competencia propia con otros sectores o actividades también de interés. La problemática propia del subsector pesquero en diversos aspectos relacionados con la capacitación de la mano de obra, la insuficiencia de flota apropiada para la captura y el excesivo intermediarismo en la fase de comercialización de los productos, entre otros, provocan sin duda inercias difíciles de vencer, pero, en definitiva no necesariamente inevitables.
9. Tomando en su debida cuenta lo previamente señalado, dada la información disponible para la realización de este trabajo y atendiendo al enfoque metodológico de solución adoptado, *los resultados que de él emanan se consideraran aceptables y con altos niveles de confiabilidad.*
10. Así, se puede afirmar que la región compuesta por los estados de Tabasco Campeche presenta condiciones adecuadas y ventajas para el impulso de la pesca en México, con base en el objetivo fundamental de coadyuvar a la producción de alimentos baratos, abundantes y de alto valor nutritivo. En congruencia con este objetivo y con las características de la región, se identificaron y se evaluaron 15 proyectos y 5 paquetes (combinación de proyectos) de inversión; la mayoría de los proyectos y *la totalidad* de los paquetes resultaron ser rentables tanto financiera como económicamente.

11. Los paquetes, por otra parte, fueron *localizados* en sitios estratégicos para su implantación, de lo cual, en función de un presupuesto exógeno y de las soluciones óptimas derivadas de los modelos de selección asociados, se *fundamentó* una propuesta de inversión para la región.
12. La conclusión básica del estudio, consecuentemente, se centra en la conveniencia de que el subsector pesquero propicie y apoye decididamente una inversión como la propuesta, bajo un esquema de instrumentación que dé lugar al *control* en la fase de implantación.
13. Por último, vale la pena enfatizar la importancia de la que está revestido el llamado *proceso de inversión*, dado que de éste depende en gran medida el crecimiento y el desarrollo económico en general. Por lo tanto, se concluye acerca de la necesidad de que profesionales con tangencias o incidencias en este campo estén debidamente preparados en su formación académica, no sólo en el ámbito de la teoría, sino también en el marco de las aplicaciones reales.

A1. UN MODELO GENERAL PARA LA EVALUACION BAJO CONDICIONES DE
INCERTIDUMBRE DE LOS PROYECTOS DE ESCAMA

En este apéndice se presenta un modelo de evaluación para los proyectos de escama desarrollado por Juárez [1]; en el cual se incorporan variantes que, si bien son muy demandantes por lo que respecta a la información requerida y a la normalmente disponible, abren un panorama interesante para efectos de toma de decisiones y, por lo tanto, importante en términos de impulsar su materialización sistematizada.

Sean:

V_t = cantidad total de especies de escama a procesar en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$

p_{it} = probabilidad de encontrar la especie de escama i en V_t , $i = 1, 2, \dots, m$
($\sum_{i=1}^m p_{it} = 1$, $t = 1, 2, \dots, n$)

d_{ikt} = % de la especie de escama i destinada al proceso industrial k en el año t , $k = 1, 2, \dots, \ell$
($\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{\ell} d_{ikt} = 1$, $t = 1, 2, \dots, n$)

c_{ikt} = costo total de operación de la especie de escama i después de pasar por el proceso k en el año t , $t = 1, 2, \dots, n$

z_{ikt} = precio de venta de especie i después de pasar por el proceso k en el año $t = 1, 2, \dots, n$

r_{kt} = rendimiento operacional esperado del proceso k en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$ ($0 < r_{kt} < 1$)

En cualquier año t , el ingreso total de procesar una cantidad V_t de especies de escama, I_t , está dado por:

$$I_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{it} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por su parte, el costo total correspondiente de procesar la misma cantidad V_t , C_t , está dado por:

$$C_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{it} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por consiguiente, el beneficio neto en cualquier año t está dado por $b_t = I_t - C_t$:

$$b_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{it} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} - \sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{it} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

La expresión de b_t puede escribirse en forma sintética utilizando la siguiente notación matricial:

$$b_t = V_t P_t Y_t^T, \quad t = 1, 2, \dots, n,$$

donde:

$V_t = (V_t)$ es un escalar, $t = 1, 2, \dots, n$

$P_t = (p_{jt})$ es un vector de $1 \times m$

$Y_t^T = (y_{jt})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jt} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jit} r_{it} z_{jit} - c_{jit}$,
 $t = 1, 2, \dots, n$

A partir de lo anterior, el VPN del proyecto de la planta de escama con ubicación espacial u , $VPN(P_u)$, e inversión inicial I_{ou} , estaría dado por:

$$VPN(P_u) = \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} - I_{ou}, u \in A = \text{conjunto de ubicaciones espaciales bajo consideración.}$$

donde:

V_{tu} = cantidad de especies de escama a procesar en el año t en la planta u ,
 $u \in A$

$P_{tu} = (p_{jtu})$ es un vector de $1 \times m$ que contiene las probabilidades de encontrar la especie de escama j en una cantidad V_t en la localidad espacial u^1 , $u \in A$

$Y_{tu}^T = (y_{jtu})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jtu} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jitu} r_{itu} z_{jitu} - c_{jitu}$
 (d_{jitu} , r_{itu} , z_{jitu} y c_{jitu} definidas igual que d_{jit} , r_{it} , z_{jit} y c_{jit} respectivamente, pero en relación a la localización espacial u)

1 En cualquier localización espacial u , la probabilidad de encontrar la especie de escama j , P_{uj} , en una cantidad dada de captura V_t que podría ser obtenida de w regiones circundantes, está determinada por:

$$P_{uj} = \sum_{i=1}^w P_u(j/i) P_u(i), j = 1, 2, \dots, m \text{ y } u \in A$$

donde:

$P_u(j/i)$ = probabilidad de encontrar la especie j dado que procede de la región i

$P_u(i)$ = verosimilitud de la importancia de la región i en la ubicación espacial u

$$\sum_{j=1}^m P_{uj} = 1, P_{uj} > 0; \sum_{i=1}^w P_u(i) = 1, P_u(i) > 0$$

r_u = tasa de descuento anual para la planta de escama ubicada en u , $u \in A$, y

n_u = número de años del período de evaluación de la planta de escama ubicada en u , $u \in A$

En base a la notación de $VPN(P_u)$, se procede a analizar el tratamiento probabilístico correspondiente.

Si, a diferencia del modelo de evaluación bajo incertidumbre del Capítulo 2, se considera a las V_t 's como variables aleatorias y tanto las tasas de descuento (las r_u 's) como P_{tu} , Y_{tu} el I_{ou} permanecen constantes, las expresiones que resultan para $E\{VPN(P_u)\}$ y $Var\{VPN(P_u)\}$ son las siguientes:

$$E\{VPN(P_u)\} = \sum_{t=1}^{n_u} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} E\{V_{tu}\} - I_{ou}, u \in A$$

$$\begin{aligned} Var\{VPN(P_u)\} &= Var\left\{ \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} \right\} \\ &= \sum_{t=1}^{n_u} Var\{V_{tu}\} (P_{tu} Y_{tu}^T)^2 (1 + r_u)^{-2t} + \\ &+ 2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=1+i}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T) (P_{iu} Y_{iu}^T) Cov\{V_{tu}, V_{iu}\} (1 + r_u)^{-(t+i)}, u \in A, \end{aligned}$$

donde:

$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\}$ = covarianza de las cantidades de proceso en los años " t " e " i " de P_u

Esto es:

$$\text{Cov}(V_{tu}, V_{iu}) = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \sigma_{V_{tu}} \sigma_{V_{iu}} = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} v_{V_{tu}} v_{V_{iu}} E\{V_{tu}\} E\{V_{iu}\},$$

donde:

$\rho_{V_{tu}, V_{iu}}$ = coeficiente de correlación de las cantidades de proceso en los años "t" e "i" de P_u , y

$v_{V_{tu}}$ = coeficiente de variación del volumen de proceso en el año t de P_u ($\text{Var}^{1/2}(\cdot) = \sigma(\cdot)$)

Uniformizando a un mismo nivel los coeficientes de correlación de las cantidades de proceso y utilizando la equivalencia $\text{Cov}(V_{tu}, V_{iu})$, la expresión resultante para $\text{Var}\{VPN(P_u)\}$ es la siguiente:

$$\text{Var}\{VPN(P_u)\} = v^2 \left\{ \sum_{t=1}^{n_u} [P_{tu} Y_{tu}^T (1+r_u)^{-t}]^2 E^2\{V_{tu}\} + \right.$$

$$2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T)(P_{iu} Y_{iu}^T) (1+r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{iu}} E\{V_{tu}\} E\{V_{iu}\} \Big\}, u \in A$$

La utilización de las expresiones derivadas para $E\{VPN(P_u)\}$ y $\text{Var}\{VPN(P_u)\}$ -- permite dar respuesta a cuestionantes del tipo "qué pasa si" se tuvieran variaciones bruscas en la composición final de los porcentajes de producción de cada proceso, que se ve influenciada determinantemente por la mezcla inicial de especies a procesar.

Si se denota por $E\{VPN(P_{uj})\}$ al valor esperado del $VPN(P_{uj})$, considerando que la totalidad de la producción surge del proceso j-ésimo, $j = 1, 2, \dots, \ell$, puede definirse el Valor Esperado del VPN Múltiple de P_u , $E\{VPN_M(P_u)\}$, como se indica a continuación:

$$E\{VPN_M(P_u)\} = \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j E\{VPN(P_{uj})\} = \left[\sum_{t=1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right) (1+r_u)^{-t} \right] - I_{ou}$$

donde $\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j = 1$, $\alpha_j > 0$

La $\text{Var}\{VPN_M(P_u)\}$, asimismo, podría escribirse como sigue:

$$\text{Var}\{VPN_M(P_u)\} = v^2 \left\{ \sum_{t=1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right)^2 (1+r_u)^{-2t} E^2\{V_{tu}\} + \right.$$

$$2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right) \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{iju} Y_{iju}^T \right) (1+r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{iu}} E\{V_{tu}\} E\{V_{iu}\} \Big\}, u \in A$$

Si ahora en la expresión anterior se uniformizan a un mismo nivel tanto las cantidades anuales de captura ($V_{tu} = V_{iu}$, $t = 1, 2, \dots, n_u$) como las expresiones correspondientes a P_{tuj} y Y_{tuj}^T ($P_{tuj} = P_{uj}$ y $Y_{tuj}^T = Y_{uj}^T$, $t = 1, 2, \dots, n_u$), además de suponer independencia entre las cantidades anuales de captura, la nueva ecuación simplificada para $\text{Var}\{VPN_M(P_u)\}$ es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Var}\{VPN_M(P_U)\} &= v^2 \left\{ \sum_{t=1}^{n_U} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{Uj} Y_{Uj}^T \right)^2 (1+r_U)^{-2t} E^2\{V_U\} \right. \\ &= v^2 \left\{ \sum_{t=1}^{n_U} (1+r_U)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{Uj} Y_{Uj}^T E\{V_U\} \right)^2 \right. \\ &= v^2 \left\{ \sum_{t=1}^{n_U} (1+r_U)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right)^2 \right\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consecuentemente, } \sigma\{VPN_M(P_U)\} &= \left(v \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right) \left[\sum_{t=1}^{n_U} (1+r_U)^{-2t} \right]^{1/2} = \\ &= v \underline{b}_U \left[\sum_{t=1}^{n_U} (1+r_U)^{-2t} \right]^{1/2} \end{aligned}$$

donde \underline{b}_U = beneficio marginal neto múltiple durante el período de planeación -

$$\left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} = \underline{b}_U \right)$$

Asimismo, se tiene que $E\{VPN_M(P_U)\} = -I_{ou} + \sum_{t=1}^{n_U} \underline{b}_U (1+r_U)^{-t}$ por lo que, finalmente, la expresión para $\sigma\{VPN_M(P_U)\}$ se puede sintetizar como:

$$\sigma\{VPN_M(P_U)\} = \begin{cases} k[E\{VPN_M(P_U)\} + I_{ou}]^p, & \underline{b}_U > 0 \\ -k[E\{VPN_M(P_U)\} + I_{ou}]^p, & \underline{b}_U < 0 \end{cases}$$

$$\text{donde } k = \frac{\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t})^{1/2}}{\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-t}}$$

que representa la ecuación de rectas con pendiente $k\nu$ y ordenada al origen $--k\nu I_{ou}$ en un espacio cartesiano $[E\{VPN_M(P_u)\}, \sigma\{VPN_M(P_u)\}]$, con $\sigma\{VPN_M(P_u)\} > 0$. Un resultado particularmente interesante que deriva de lo anterior es el referente al coeficiente de variación del $VPN_M(P_u)$, δ ; esto es:

$$\delta = \frac{\sigma\{VPN_M(P_u)\}}{E\{VPN_M(P_u)\}} = \frac{k\nu[E\{VPN_M(P_u)\} + I_{ou}]}{E\{VPN_M(P_u)\}} = \Delta k\nu = z\nu,$$

donde $\Delta = (1 + I_{ou}/E\{VPN_M(P_u)\})$. Esto implica que, bajo las hipótesis iniciales presentadas, un coeficiente de variación ν en las cantidades anuales de captura repercute en z veces sobre la variación del $VPN_M(P_u)$.

Los conceptos anteriores pueden trasladarse al espacio cartesiano $[E\{VPN_M(P_u)\}, \sigma\{VPN(P_u)\}]$ y, utilizado como extremos las coordenadas de los puntos que corresponden a $\min_j E\{VPN(P_{uj})\}$ (que implica que toda la "producción" de la planta ha sido obtenida mediante el proceso de menor rendimiento operacional) y $\max_j E\{VPN(P_{uj})\}^1$, $j = 1, 2, \dots$, se genera el conjunto de posibilidades para cualquier combinación de ponderaciones α_j , dados el coeficiente de variación de las cantidades de proceso y la tasa de descuento adoptada. Las regiones y el criterio de aceptación o rechazo se enmarcan en el mismo contexto de lo expuesto en la Subsección 2.2.3, y un ejemplo ilustrativo a este respecto se puede encontrar en [1].

1 De igual forma, este punto corresponde al caso en que la totalidad de la producción se realiza mediante el proceso de mayor rendimiento.

REFERENCIAS

- [1] Juárez Del Angel, R., . *La Evaluación y Selección de Proyectos de Inversión: Una Aplicación en el Subsector Pesquero*, Trabajo presentado para Examen de Grado (Maestría), Facultad de Ingeniería, UNAM, Julio, 1982



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

CASOS DE APLICACION DE EVALUACION ECONOMICA

SEPTIEMBRE, 1984

CONTENIDO

	Pág
SINTESIS	1
PARTE I. DESCRIPCION DEL CASO	1
1. Introducción	1
2. Estudio de Mercado	2
3. Metas de Producción	3
4. Opciones de Solución	3
5. Evaluación y Selección	7
PARTE II. COMENTARIOS CRITICOS	
1. Estructura del Arbol de Alternativas	8
2. Necesidad de una Evaluación Marginal	10

FABRICA DE CEMENTO: Estudio de Caso Número 2¹

SINTESIS: El presente caso hipotético de evaluación de proyectos analiza la conveniencia de construir una o varias fábricas de cemento en un país en desarrollo desde el punto de vista de una empresa privada dedicada a la ingeniería civil. A partir de la información disponible relativa al mercado, se estima la demanda futura de cemento y se establecen las metas de producción. Se comparan las diferentes soluciones técnicas (hornos verticales o rotatorios) y de ubicación propuestas mediante el método del beneficio actualizado, efectuando los cálculos desde el punto de vista de la empresa, y se concluye sobre la mejor opción a adoptar.

PARTE I. DESCRIPCION DEL CASO

1. INTRODUCCION

Una empresa de ingeniería civil establecida en un país en desarrollo utiliza grandes cantidades de cemento, casi todo importado, ya que la producción local es insuficiente. Para eliminar o al menos reducir sus importaciones, piensa construir una o varias fábricas de cemento, apoyándose en abundantes reservas de calizas y yacimientos de arcilla identificadas con anterioridad en dos sitios.

En este contexto, la empresa comenzó por reunir información estadística sobre el mercado local de cemento a efectos de prever su evaluación futura y fijar sus propias metas de producción.

1 Fuente: CEMLA, *Análisis Empresarial de Proyectos Industriales en Países en Desarrollo*, México, 1972, Págs. 345-384

2. ESTUDIO DE MERCADO

Aspectos relevantes de la información consultada para los efectos del proyecto se presentan en la tabla 1. La superficie del país es del orden de 100 000 km² y su población crece a tasas cercanas al 3%, ligeramente inferiores a la de su crecimiento económico estimado en 4.5% anual en el período de tiempo indicado.

Año	Población Miles de Hab.	PIB Mill. Dolares 1962	Consumo de Cemento Miles de ton	Construcción de Viviendas/año
1959	16 400	2 040	200	21 000
1960	16 800	2 120	229	26 000
1961	17 150	2 180	320	56 000
1962	17 600	2 280	354	70 000
1963	18 000	2 140	571	86 000
1964	18 500	2 510	602	95 000

SITUACION ECONOMICA GENERAL Y CARACTERISTICAS DE LA DEMANDA

En 1964, funcionaba solo una fábrica de cemento en el país con una producción de 91 000 ton de cemento, perteneciente a la compañía A. Durante 1965, la compañía B abrió una fábrica con una capacidad productiva del orden de 200 000 ton/año. Ambas empresas tienen proyectos de expansión durante 1966 y 1967: 650 000 ton/año de capacidad total a partir de 1968 (290 000 ton de A y 360 000 de B).

El cemento actualmente importado en el país en cuestión tiene un precio estable de alrededor de 23 dólares por tonelada (precio CIF, al que se le agrega un 15% de impuestos). El gobierno fija el precio de venta de la producción local en 23 dólares/ton, cubriendo el productor el costo del transporte.

3. METAS DE PRODUCCION

Para la definición de las metas de producción se realiza un pronóstico del consumo total del cemento en 1968 mediante análisis de regresión que resultan altamente significativos¹, estimándose que *el consumo de cemento llegará cuando menos a las 900 000 ton en 1968.*

Puesto que la capacidad productiva local llegará en el año mencionado a 6500 000 ton, existirá una diferencia de 250 000 ton entre producción y consumo interno. A fin de conservar un cierto margen de seguridad la compañía establece una meta productiva de 200 000 ton en 1968.

4. OPCIONES DE SOLUCION

Variantes Técnicas y de Elección del Emplazamiento

Para cumplir con las metas de producción, después de un estudio técnico se analizan 5 variantes que difieren entre sí por la técnica para producir el cemento (hornos verticales o rotatorios) y el emplazamiento de la fábrica (a ó b) :

- Variante I: una fábrica de 200 000 ton con horno rotatorio, localizada en a
- Variante II: una fábrica de 200 000 ton con horno rotatorio, emplazada en b
- Variante III: una fábrica de 200 000 ton con hornos verticales, ubicada en a
- Variante IV: una fábrica de 200 000 ton con hornos verticales, situada en b
- Variante V: dos fábricas de 100 000 ton cada una y equipadas con dos hornos verticales por planta de 50 000 ton de capacidad unitaria. Una fábrica se instala en a y la otra en b.

¹ Las relaciones establecidas ligan el crecimiento del PIB, el consumo de cemento a partir del PIB y el consumo de cemento a partir del número de viviendas construidas.

Inversiones y Costos de Operación

Después de analizar con detalle los montos de inversión y los costos de operación¹ para cada una de las opciones bajo consideración se construyen las tablas que se presentan a continuación y que resumen todo lo relevante a este respecto. Se incluye asimismo el monto estimado de los ingresos.

CUENTAS ANUALES DE RESULTADOS DE LA VARIANTE I

Miles de dólares

Años	Ingresos	Gastos de operación*	Transporte	1		2	3	4
				Utilidad bruta	Depreciación	Utilidad neta	Impuestos	Beneficios después de impuestos
	a	b	c	d	e	f	g	h
1968	4 600	2 246	839.5	1 514.5	642.5	872.0	174.4	1 340.1
1969	4 600	2 246	816.5	1 537.5	642.5	895.0	179.0	1 358.5
1970	4 600	2 246	795.3	1 558.7	642.5	916.2	183.2	1 375.5
1971	4 600	2 246	774.3	1 579.7	642.5	937.2	187.4	1 392.3
1972	4 600	2 246	753.3	1 600.7	642.5	958.2	191.6	1 409.1
1973	4 600	2 246	732.3	1 621.7	512.5	1 109.2	221.8	1 399.9
1974	4 600	2 246	711.3	1 642.7	512.5	1 130.2	226.0	1 416.7
1975	4 600	2 246	690.3	1 663.7	512.5	1 151.2	230.2	1 433.5
1976	4 600	2 246	669.3	1 684.7	512.5	1 172.2	234.4	1 450.3
1977	4 600	2 246	648.3	1 705.7	512.5	1 193.2	238.6	1 467.1
1978	4 600	2 246	627.3	1 726.7	392.5	1 334.2	266.8	1 459.9
1979	4 600	2 246	606.3	1 747.7	392.5	1 355.2	271.0	1 476.7
1980 a 1987	4 600	2 246	600.0	1 754.0	392.5	1 361.5	272.3	1 481.7

* Excepto los gastos de transporte del cemento.

1. $d = a - (b + c)$.

2. $f = d - e$.

3. $g = 20/100 f$.

4. $h = d - g$.

- 1 Estos incluyen compras de equipo y servicios técnicos, obras de infraestructura e instalación, gastos generales de operación, materias primas, energía, mano de obra, mantenimiento, ensacado, transporte, gastos de renovación y depreciaciones.

CUENTAS ANUALES DE RESULTADOS DE LA VARIANTE II

Miles de dólares

Años	Ingresos	Gastos de operación *	Transporte	1	Depreciación	2	3	4
				Utilidad bruta		Utilidad neta	Impuestos	Beneficios después de impuestos
				a		b	c	d
1968	4 600	2 150	870	1 580	642.5	937.5	187.5	1 392.5
1969	4 600	2 150	850	1 600	642.5	957.5	191.5	1 408.5
1970	4 600	2 150	830	1 620	642.5	977.5	195.5	1 424.5
1971	4 600	2 150	1 011.8	1 438.2	642.5	795.7	159.1	1 279.1
1972	4 600	2 150	990	1 460	642.5	817.5	163.5	1 296.5
1973	4 600	2 150	970	1 480	512.5	967.5	193.5	1 286.5
1974	4 600	2 150	950	1 500	512.5	987.5	197.5	1 302.5
1975	4 600	2 150	930	1 520	512.5	1 007.5	201.5	1 318.5
1976	4 600	2 150	910	1 540	512.5	1 027.5	205.5	1 334.5
1977	4 600	2 150	890	1 560	512.5	1 047.5	209.5	1 350.5
1978	4 600	2 150	870	1 580	392.5	1 187.5	237.5	1 342.5
1979	4 600	2 150	850	1 600	392.5	1 207.5	241.5	1 358.5
1980	4 600	2 150	830	1 620	392.5	1 227.5	245.5	1 374.5
1981	4 600	2 150	810	1 640	392.5	1 247.5	249.5	1 390.5
1982 a 1987	4 600	2 150	800	1 650	392.5	1 257.5	251.5	1 398.5

* Excepto los gastos de transporte del cemento.

1. $d = a - (b + c)$.

2. $f = d - e$.

3. $g = 20/100 f$.

4. $h = d - g$.

CUENTAS ANUALES DE RESULTADOS DE LA VARIANTE III

Miles de dólares

Años	Ingresos	Gastos de operación *	Transporte	1	Depreciación	2	3	4
				Utilidad bruta		Utilidad neta	Impuestos	Beneficios después de impuestos
				a		b	c	d
1968	4 600	2 118	839.5	1 642.5	550	1 092.5	218.5	1 424.0
1969	4 600	2 118	816.5	1 665.5	550	1 115.5	223.1	1 442.4
1970	4 600	2 118	795.3	1 686.7	550	1 136.7	227.3	1 459.4
1971	4 600	2 118	774.3	1 707.7	550	1 157.7	231.5	1 476.2
1972	4 600	2 118	753.3	1 728.7	550	1 178.7	235.7	1 493.0
1973	4 600	2 118	732.3	1 749.7	420	1 329.7	265.9	1 483.8
1974	4 600	2 118	711.3	1 770.7	420	1 350.7	270.1	1 500.6
1975	4 600	2 118	690.3	1 791.7	420	1 371.7	274.3	1 517.4
1976	4 600	2 118	669.3	1 812.7	420	1 392.7	278.5	1 534.2
1977	4 600	2 118	648.3	1 833.7	420	1 413.7	282.7	1 551.0
1978	4 600	2 118	627.3	1 854.7	330	1 524.7	304.9	1 549.8
1979	4 600	2 118	606.3	1 875.0	330	1 545.7	309.1	1 566.6
1980 a 1987	4 600	2 118	600.0	1 882.0	330	1 552.0	310.4	1 571.6

* Excepto los gastos de transporte del cemento.

1. $d = a - (b + c)$.

2. $f = d - e$.

3. $g = 20/100 f$.

4. $h = d - g$.

CUENTAS ANUALES DE RESULTADOS DE LA VARIANTE IV

Miles de dólares

Años	Ingresos	Gastos de operación *	Transporte					
				1		2	3	4
				Utilidad bruta	Depreciación	Utilidad neta	Impuestos	Beneficios después de impuestos
a	b	c	d	e	f	g	h	
1968	4 600	1 951	870	1 779	550	1 229	245.8	1 533.2
1969	4 600	1 951	850	1 799	550	1 249	249.8	1 549.2
1970	4 600	1 951	830	1 819	550	1 269	253.8	1 565.2
1971	4 600	1 951	1 011.8	1 637.2	550	1 087.2	217.4	1 419.8
1972	4 600	1 951	990	1 659	550	1 109	221.8	1 437.2
1973	4 600	1 951	970	1 679	420	1 259	251.8	1 427.2
1974	4 600	1 951	950	1 699	420	1 279	255.8	1 443.2
1975	4 600	1 951	930	1 719	420	1 299	259.8	1 459.2
1976	4 600	1 951	910	1 739	420	1 319	263.8	1 475.2
1977	4 600	1 951	890	1 759	420	1 339	267.8	1 491.2
1978	4 600	1 951	870	1 779	330	1 449	289.8	1 489.2
1979	4 600	1 951	850	1 799	330	1 469	293.8	1 505.2
1980	4 600	1 951	830	1 819	330	1 489	297.8	1 521.2
1981	4 600	1 951	810	1 839	330	1 509	301.8	1 537.2
1982 a 1987	4 600	1 951	800	1 849	330	1 519	303.8	1 545.2

* Excepto los gastos de transporte del cemento.

1. $d = a - (b + c)$.

2. $f = d - a$.

3. $g = 20/100 f$.

4. $h = d - g$.

CUENTAS ANUALES DE RESULTADOS DE LA VARIANTE V

Miles de dólares

Años	Ingresos	Gastos de operación *	Transporte					
				1		2	3	4
				Utilidad bruta	Depreciación	Utilidad neta	Impuestos	Beneficios después de impuestos
a	b	c	d	e	f	g	h	
1968	4 600	2 084	727.3	1 788.7	610	1 178.7	235.7	1 553.0
1969	4 600	2 084	706.3	1 809.7	610	1 199.7	239.9	1 569.8
1970	4 600	2 084	700.0	1 816.0	610	1 206.0	241.2	1 574.8
1971	4 600	2 084	710.0	1 806.0	610	1 196.0	239.2	1 566.8
1972	4 600	2 084	700.0	1 816.0	610	1 206.0	241.2	1 574.8
1973	4 600	2 084	700.0	1 816.0	480	1 336.0	267.2	1 548.8
1974	4 600	2 084	700.0	1 816.0	480	1 336.0	267.2	1 548.8
1975	4 600	2 084	700.0	1 816.0	480	1 336.0	267.2	1 548.8
1976	4 600	2 084	700.0	1 816.0	480	1 336.0	267.2	1 548.8
1977	4 600	2 084	700.0	1 816.0	480	1 336.0	267.2	1 548.8
1978 a 1987	4 600	2 084	700.0	1 816.0	380	1 436.0	287.2	1 528.8

* Excepto los gastos de transporte del cemento.

1. $d = a - (b + c)$.

2. $f = d - e$.

3. $g = 20/100 f$.

4. $h = d - g$.

5. EVALUACION Y SELECCION

El criterio utilizado para la evaluación fue el del beneficio actualizado (Valor Presente Neto), cuyos resultados hechos con tasas de actualización del 8 y 10% se ofrece en el cuadro adjunto.

BENEFICIOS ACTUALIZADOS DE LAS VARIANTES ESTUDIADAS

Miles de dólares

	Variantes				
	I	II	III	IV	V
<i>Tasa del 8 %</i>					
Gastos actualizados de inversiones y renovaciones	7 900	7 900	6 492	6 492	7 364
Beneficios actualizados de operación	12 928	12 334	13 710	13 631	14 039
Beneficio actualizado	5 028	4 434	7 218	7 139	6 725
<i>Tasa del 10 %</i>					
Gastos actualizados de inversiones y renovaciones	7 572	7 572	6 201	6 201	7 027
Beneficios actualizados de operación	10 971	10 496	11 634	11 598	12 006
Beneficio actualizado	3 399	2 924	5 433	5 397	4 979

Del análisis del cuadro se concluye sobre la jerarquización de las variantes estudiadas. Este muestra que, independientemente de la tasa de descuento, las variantes pueden clasificarse según el beneficio actualizado decreciente, como sigue: III, IV, V, I, II. En teoría, por lo tanto, *la compañía deberá optar por la solución III: construir una fábrica de cemento de 200 000 ton con hornos verticales, ubicada en el sitio a.*

Después de realizar varios análisis de sensibilidad y de incorporar información cualitativa sobre aspectos de mano de obra regional y de la confirmación de ciertos eventos que incidirían en la demanda regional de cemento, el estudio concluye lo siguiente:

La compañía puede estar prácticamente segura de que el negocio estudiado rendirá un beneficio actualizado positivo. La elección definitiva entre las variantes III y IV supone:

Un estudio más detallado del mercado regional de cemento

Un estudio más preciso de las condiciones de explotación de las dos canteras y de emplazamiento de las dos fábricas; a fin de considerar mejor las características locales de las dos ubicaciones al estimar los costos.

PARTE II. COMENTARIOS CRITICOS

1. ESTRUCTURA DEL ARBOL DE ALTERNATIVAS

Después de analizar el caso descrito se concluye que los elementos presentados responden en forma adecuada a la pregunta sobre la mejor opción para la construcción de una fábrica de cemento de la compañía dedicada a la construcción de obras de ingeniería civil. Para ello se sigue un proceso estructurado y lógico que a nuestro juicio completa perfectamente el objetivo descrito inicialmente.

El estudio de mercado y la estimación de la demanda, sin ser realizados con técnicas sofisticadas, se consideran razonables e identifican e incluyen a los principales actores en el proceso decisional (la compañía objeto de proyecto, los consumidores, la competencia). El criterio de evaluación y selección de opciones resulta también adecuado y aplicable a este tipo de proyectos.

Sin embargo, se considera que la información y los análisis descritos soslayan la causa inicial que da origen a la concepción del proyecto y sus variantes de solución, y por tanto conducen a resultados que si bien no son erróneos, conceptualmente no responden al problema básico.

Efectivamente, en la parte inicial de la descripción del caso se menciona que la empresa en cuestión dado que utiliza grandes cantidades de cemento, y que la producción local es insuficiente, piensa reducir sus importaciones construyendo sus propias fábricas tanto para consumo propio como para abastecimiento del mercado nacional.

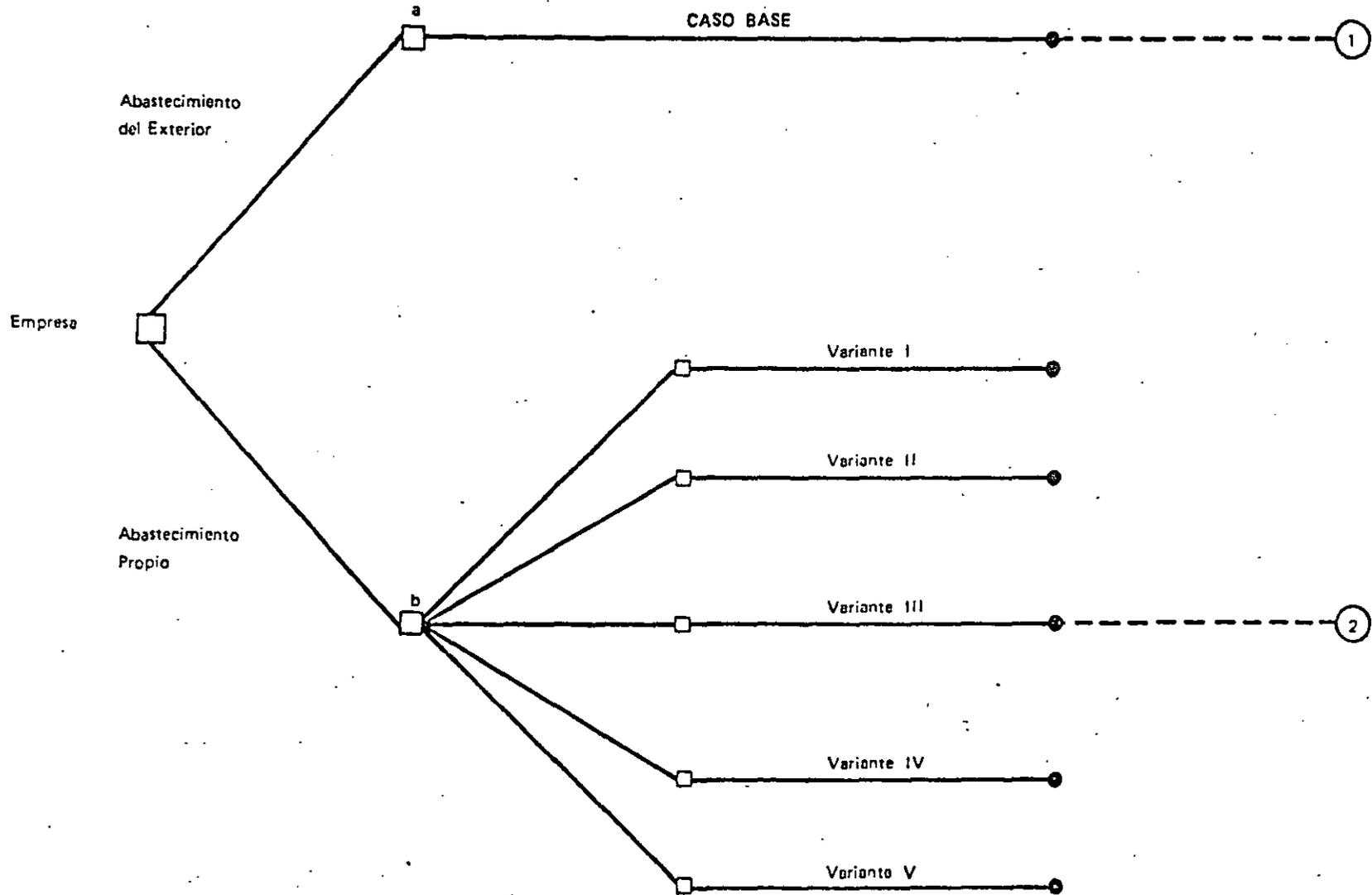
En este contexto, la compañía en cuestión puede optar por dos opciones que conforman en su inicio el árbol de decisión correspondiente, mostrado en la Página siguiente.

- a. Continuar importando los volúmenes de cemento que requiere su operación, ó
- b. Elaborarlo para su propio abastecimiento y enviar excedentes al resto del mercado nacional.¹ De esta opción a su vez se derivan las 5 variantes descritas en el caso estudiado.

2. NECESIDAD DE UNA EVALUACION MARGINAL

Si la compañía decidiera por la opción b, la mejor variante sería la indicada en el caso descrito. No obstante, esta debiera compararse bajo el criterio de marginalidad *con y sin* proyecto, confrontándose en este caso con la opción de "no hacer nada". La comparación en última *instancia* arrojaría los indicadores reales de la evaluación "del proyecto".

¹ Desde luego que podrían derivarse otras más combinando diferentes niveles de importaciones con abastecimiento propio.



ESTRUCTURA DEL ARBOL DE ALTERNATIVAS

La evaluación anterior podría llevarse a cabo de la siguiente manera.

1. Estimar el "punto de equilibrio"¹ del precio de venta por tonelada de cemento de la variante III.
2. Separar los volúmenes de producción en dos componentes: abastecimiento propio y venta al resto del mercado nacional.
3. Para los volúmenes de abastecimiento propio el *beneficio marginal* del proyecto en función de la diferencia del precio "punto de equilibrio" y el precio actual de compra al exterior (23 dólares/ton + 15%), en conjunción con dichos volúmenes. Para los volúmenes que se venderán al resto del mercado, la utilidad correspondiente depende del tonelaje vendido y de la diferencia marginal en los precios correspondientes. ((precio de venta - precio de punto de equilibrio) x volumen vendido).
4. El beneficio actualizado de los dos componentes anteriores es el indicador real de la bondad del proyecto.

Si la diferencia marginal entre las dos opciones es positiva, es decir que el beneficio actualizado sea positivo, se debiera optar por la opción b. En caso contrario, la decisión mas conveniente sería continuar con el abastecimiento del exterior^{2,3}.

1 Para el cual el beneficio actualizado es igual a cero

2 Recuerdese que la evaluación se realiza desde el punto de vista de una empresa privada cuyos objetivos difieren, por supuesto, de los del Gobierno del país en cuestión.

3 No debe olvidarse tampoco que para la opción b no se realizó un análisis financiero del proyecto, el cual sería imprescindible para conformar la decisión final y proporcionar los elementos necesarios a la empresa para evaluar si resiste financieramente el cambio estructural que subyace entre a y b.





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE UNA FABRICA
DE CELULOSA Y PAPEL EN SARANIA

FUENTE: ONIDI, PAUTAS PARA LA EVALUACIÓN
DE PROYECTOS.

SEPTIEMBRE, 1984

ANALISIS DE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES DE UNA FABRICA
DE CELULOSA Y PAPEL EN SARANIA

Un objetivo fundamental que se menciona en el proyecto es el aumento de los beneficios de consumo global para el país. - Un segundo objetivo consiste en la redistribución de los beneficios de consumo hacia la provincia atrasada de Sarakanda. - Por consiguiente, se va a evaluar la fábrica teniendo en cuenta esos dos objetivos.

La Administración Forestal de Sarakanda (AFS) realizó un estudio de viabilidad para determinar los aspectos principales del proyecto, es decir, la capacidad de producción de la fábrica, los costos de construcción, los costos de explotación, la disponibilidad de materias primas y, con todo esto, se evaluaron los aspectos financieros del proyecto desde el punto de vista de la AFS.

El estudio se enfoca en la evaluación económica del proyecto tomando en cuenta los objetivos mencionados anteriormente. De esta manera, utilizando los datos obtenidos del estudio de viabilidad es como se realizará la evaluación del proyecto, es decir, el análisis de los beneficios y costos sociales debidos a la fábrica de celulosa y papel.

Esta fábrica estará situada en la región de Sarakanda y - habrá de producir 40 000 toneladas anuales de celulosa adecuada para la fabricación de rayón y 20 000 toneladas anuales de

material corrugado, cuando funcione a plena capacidad.

La producción anual de la fábrica propuesta sustituirá ese mismo volumen de importaciones, es decir, Sarania se bastará a sí misma en los dos materiales que se requerirán para la producción. El pequeño tamaño de la fábrica obedece, según se dice, a la limitada demanda interior existente para ambos productos. Además se opina que son limitadas las perspectivas de exportación para el futuro inmediato.

Los elementos necesarios para el funcionamiento de la fábrica son: Mezcla de especies de hoja caduca, la disponibilidad de agua, productos químicos, energía eléctrica y mano de obra calificada. Algunos de estos conceptos son de origen externo y otros se adquirirán dentro del país.

Es importante mencionar que uno de los propósitos principales del proyecto, es utilizar los valiosos recursos forestales que existen en esa zona del país y proporcionar mejores condiciones de vida a la población de Sarakanda mediante la utilización de la abundante mano de obra disponible.

Como se dijo anteriormente, las materias primas que se pretende producir son la celulosa y el material corrugado, los cuales actualmente se importan a un precio c.i.f. de 1 770 y 1 400 creones (moneda de Sarania) por tonelada respectivamente. El Gobierno de Sarania aplica unos aranceles a esos productos, por lo que los compradores nacionales los adquieren a 2 124 creones por tonelada de celulosa y a 1 960 creones por tonelada de material corrugado. El estudio de viabilidad señala que,

una vez terminada la fábrica, se cobrarán a esos mismos precios por lo que los compradores pagarán exactamente lo mismo que pagan actualmente por los dos productos.

En lo referente a los costos de construcción (320 millones de creones), los que habrán de sufragarse en divisas se financiarán mediante un préstamo del Banco Mundial (210 millones), éste ha de amortizarse en un período de 10 años a partir de la terminación de la construcción, a un interés efectivo del 7% sobre el saldo deudor. Por lo que respecta a los 110 millones sobrantes, se obtendrán de un préstamo de la Tesorería Central, el cual tendrá las mismas condiciones que el anterior solo que con un 5% de intereses.

Los cuadros siguientes muestran el origen y la aplicación de recursos de la AFS (Cuadro 1) y las corrientes de recursos relacionadas con la fábrica (Cuadro 2).

En cuanto al cuadro 2, es necesario aclarar que el concepto de vivienda resulta de considerarlo como un beneficio indirecto del proyecto, ya que durante la construcción del emplazamiento será necesario construir casas para los trabajadores. - La AFS proporcionará gratuitamente servicios de vivienda y - bienestar social para los trabajadores.

USD Y APLICACION DE RECURSOS DE LA ADMINISTRACION FORESTAL DE SARAKANDA
(en miles de creones)

CONCEPTO	AÑO									
	0	1	2	3	4	5	6-10	11-12	13-14	15
Gastos										
- Costos de construcción	60.000	60.000	200.000	-	-	-	-	-	-	-
- Capital de explotación	-	-	-	14.000	4.000	2.000	-	-	-	-
- Préstamo del Banco Mundial	-	-	-	29.904	29.904	29.904	29.904	29.904	-	-
- Préstamo de la Tesorería	-	-	-	14.245	14.245	14.245	14.245	14.245	-	-
- Gastos de explotación	-	-	-	42.324	52.905	63.485	63.485	63.830	69.830	-
Total	60.000	60.000	200.000	100.473	101.054	109.634	107.634	113.979	69.830	-
Entradas										
- Préstamo del Banco Mundial	36.700	33.950	139.350	-	-	-	-	-	-	-
- Préstamo de la Tesorería	23.300	26.050	60.650	-	-	-	-	-	-	-
- Ingresos	-	-	-	81.680	102.920	124.160	124.160	136.580	136.580	-
- Valor de la chatarra y capital de explotación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44.160
Total	60.000	60.000	200.000	81.680	102.920	124.160	124.160	136.580	136.580	44.160
Entradas netas en efectivo	0	0	0	-18.793	1.866	14.524	16.526	22.601	66.750	44.160

Evaluación de los beneficios de Consumo Global.

La primera evaluación es bajo la hipótesis de que los precios de mercado reflejan los costos sociales de oportunidad y, por consiguiente, los beneficios y costos de consumo definitivos de que se trata.

Por lo tanto los beneficios de consumo global están constituidos por:

a) Valor social de la producción (divisas). (1)

b) Los beneficios indirectos del proyecto (vivienda proporcionada a los empleados nacionales). (2)

y c) El capital de explotación y valor de la chatarra (divisas y materiales nacionales que se recobrarán al final del proyecto). (6)

Los costos de consumo global comprenden:

a) El Capital de explotación. (4)

b) Los gastos de explotación (divisas, materiales nacionales, mano de obra calificada y no calificada). (5)

y c) Los costos de construcción (IDEM a b). (3)

Los arriba mencionados corresponden a las ganancias y pagos respectivos que no hubieran existido de no existir el proyecto, dan la medida del sacrificio del consumo.

El valor de mercado de los beneficios netos del consumo:-

$$MC = (1)+(2)-(3)-(4)-(5)+(6)$$

Pero en la segunda evaluación hay que reajustar los precios de mercado para que reflejen su "costo de oportunidad -

social", especialmente en: Divisas, mano de obra calificada, - y mano de obra no calificada.

Divisas: Para el gobierno un dolar en divisas tiene un valor notablemente superior a 10 creones (cambio oficial), de - ahí que su costo de oportunidad será $(1+\Phi)$, donde Φ representa la prima de las divisas (positivo).

Mano de obra no calificada: Como en la región existe un - excedente de esta mano de obra, su costo de oportunidad será - $(1+\lambda)$, donde λ representa la prima de la mano de obra no cali- ficada (negativa), ya que no se sacrifica nada.

Mano de obra calificada: X , se definirá como la prima de esta mano de obra (positiva), ya que éstos aportarán a los beneficios del consumo global una contribución mayor al sueldo que perciben.

Por lo anterior los beneficios de consumo global serán:

$$SC^* = MC + \Phi F^i + \lambda L + XW$$

donde F^i = Valor social de la producción menos los costos de construcción relativos a divisas, menos el - capital de explotación (divisas), menos gastos de explotación (divisas), mas el capital de ex- plotación al final. (1)-(3-a)-(3-b)-(4-a)-(5-a)-(5-b)+(6-a)

L = Mano de obra no calificada. -(3-c)-(5-c)

W = Mano de obra calificada. -(3-c)

Como en la corrección de divisas imputamos el total de los sueldos pagados al personal extranjero, tenemos que corregir a su vez esta cantidad con δ , ($0 < \delta < 1$), que representa la fracción



de sueldos del personal extranjero que no sale de Sarania, de donde la fórmula se representará ahora como sigue:

$$SC = MC + \Phi F + \lambda L + XW$$

en donde únicamente se ha modificado F, sumandole $\int (3-b) + (5-b)$

Como el valor social de los fondos dedicados a la inversión es superior al valor social que tiene éstos si se dedican al consumo (esto se ha presentado debido a que el gobierno central no ha sabido hacer uso de sus atribuciones fiscales y monetarios para generar tasas de inversiones óptimas), para evaluar el efecto neto del proyecto sobre la tasa de inversión es necesario distinguir los beneficios y costos, como la transferencia de fondos, según sea el grupo que gane o pierde y estimar las propensidades marginales al ahorro de cada grupo (L = Trabajadores calificados y no calificados; G = El sector público; y P = Sector privado).

Al estar el proyecto en marcha, G gana 1 770 y 1 400 (precios de importación de celulosa para rayón y corrugado, respectivamente), como también se ahorra la prima de divisas, es decir, (1) y $\Phi(1)$ son los beneficios de G.

L gana (2) los beneficios de vivienda y bienestar social.

G sufraga el componente en divisas (3-a) y (3-b) que se hubiera podido utilizar en otro proyecto y además pierde $\Phi(3-a)$ y $(1-\delta)\Phi(3-b)$. Los préstamos a la tesorería los pierde G, o sea (3-c), (3-d) y (3-e). G pierde también (4) y (5), además de $\Phi(4-a)$, $\Phi(5-a)$ y $(1-\delta)\Phi(5-b)$, y por último capta (6) así como $\Phi(6-a)$.

$$L \text{ pierde } \lambda [(3-c) + (5-e)]$$

Ahora si, los beneficios de consumo global pueden resumirse de la siguiente manera:

$$SC = SC^G + SC^P + SC^L$$

$$\text{donde } SC^G = MC - (2) + \Phi(1) - \Phi(3-a) - (1-\delta)\Phi(3-b) - \\ - \Phi(4-a) - \Phi(5-a) - (1-\delta)\Phi(5-b) + \Phi(6-a).$$

$$SC^P = -X(3-a).$$

$$SC^L = -\lambda[(3-c) + (5-e)] + (2).$$

Para obtener el valor social definitivo de los beneficios netos del consumo global, C, es necesario conocer SC^G , SC^P y SC^L conforme a las proporciones en las cuales cada una de esas cantidades se divide entre consumo e inversión.

Así, el trabajador no calificado ahorra una porción S^L de sus ganancias marginales, entonces su valor social será:^{*}

$$C^L = [(1-S^L) + S^L P^{inv}] SC^L$$

donde P^{inv} es el precio de cuenta de la inversión; de la misma manera:

$$C^G = [(1-S^G) + S^G P^{inv}] SC^G$$

$$C^P = [(1-S^P) + S^P P^{inv}] SC^P$$

de ahí que la fórmula definitiva de los beneficios netos del consumo global será:

$$C = C^G + C^L + C^P$$

El segundo objetivo a evaluar era el efecto redistributivo para Sarakanda, el cual radica en los beneficios indirectos

* Ecuación A6.12 en el apéndice del capítulo 6.

correspondientes a vivienda y bienestar social; la fracción de mano de obra no calificada (3 - c), los costos de construcción y los gastos de explotación representan beneficios para Sarakanda; (3 - e) y (5 - d), es decir mano de obra calificada y semicalificada son también beneficios para Sarakanda, como la fracción (δ) del salario del personal extranjero que se gasta en Sarakanda, es decir $\delta(3-b)$ y $\delta(5-b)$. Lo anterior puede expresarse de la siguiente manera:

$$(DR)_S = (2) + (3-c) + (3-e) + (5-e) + (5-d) + \\ + (3-b) + (5-b)$$

A diferencia de (MC), los ajustes hechos no se consideran aquí, ya que no afectan a la región sino a la Nación en conjunto. Solamente se reajustará $(DR)_S$ con δ que representa la proporción de beneficios marginales para Sarakanda, una vez que se han vuelto a gastar, reportan beneficios adicionales a la región; por tanto, el valor total de los beneficios regionales netos de consumo en cualquier año determinado estará dado por:

$$R_S = (DR)_S \times \left(\frac{1}{1-\delta} \right)$$

LA EVALUACION DEL PROYECTO

En las secciones anteriores del presente estudio que tratan de los dos objetivos principales que se proponen las autoridades de Sarania con el referido proyecto, se introdujeron - diversos parámetros a los cuales hay que dar valores para evaluar el proyecto. En la tabla 3 se dan los valores de estos parámetros, cabe aclarar que el valor de cada parámetro se supondrá constante a lo largo de toda la vida del proyecto, esto se hará para simplificar los cálculos.

Todas las corrientes en función del tiempo que aparecen en la tabla 2, pueden convertirse a sus valores actualizados - equivalentes en el año 0. La tabla 4 presenta este valor actualizado de cada una de las corrientes a las tasas del 8%, 10% y 12%. Esta tabla representa el análisis de sensibilidad del proyecto cuando se hace variar la tasa de actualización.

Para explicar la tabla consideraremos únicamente el caso en que la tasa de actualización es del 10%. Aplicando los precios de mercado, el valor actualizado MC resulta negativo - (-113 040 miles de creones). La segunda aproximación SC resulta positiva, este incremento se debe a dos motivos: la contribución neta del proyecto en divisas y los 27.8 millones de creones correspondientes a salarios de mano de obra no calificada se han sustituido por el correspondiente costo de oportunidad social equivalente a 0.

Sin embargo, la aproximación final C, indica que la -

VALORES DE LOS PARAMETROS NACIONALES

- Prima de divisas	$\bar{\theta}$	- 0.5
- Prima de la mano de obra no calificada	λ	- -1.0
- Prima de la mano de obra calificada nacional	X	- +1.0
- Tasa marginal de rendimiento de la inversión	q	- 0.20
- Tasa marginal de ahorro	s	- 0.3
- Tasa de actualización social	i	- 0.08, 0.1, 0.12
- Precio de cuenta de la inversión	P^{inv}	- 7, 3.5, 2.33
- Propensidad marginales al ahorro:		
a) Sector público	s^G	- 1.0
b) Sector privado	s^P	- 0.6
- Mano de obra no calificada y semicalificada	s^L	- 0.0
- Propensidad marginal a volver a gastar en Sarakanda	γ	- 0.2
- Proporción de sueldos del personal extranjero gastada en Sarakanda		- 0.2
- Factores de ponderación de los objetivos:		
a) Consumo global	θ	- 1.0
b) Redistribución en Sarakanda	θ^{RS}	- [desconocido]

VALOR ACTUALIZADO DE LOS BENEFICIOS NETOS EN EL AÑO 0
(en miles de creones)

CONCEPTO	Tasa de actualización social		
	8%	10%	12%
Consumo global			
MC	-92.227	-113.040	-131.023
F	271.174	216.230	169.113
L	-29.976	-27.810	-25.986
W	-4.608	-4.520	-4.438
SC	68.728	18.370	-24.918
SC ^G	43.360	-6.730	-47.812
SC ^P	-4.608	-4.520	-4.438
SC ^L	31.627	29.610	27.332
C	313.950	-6.245	-92.040
Efecto redistributivo para Serakenda			
R _S	220.175	196.025	174.581

la fábrica de celulosa y papel aporta en realidad una contribución francamente negativa al objetivo del consumo global. Eso se debe al valor social bastante elevado de la inversión con respecto al consumo ($P^{inv} = 3.5$).

Tanto la tasa de actualización social como el factor de ponderación redistributivo correspondiente a Sarakanda, se consideran incognitas del análisis del proyecto. De acuerdo a los dos objetivos nacionales mencionados anteriormente, el valor actualizado neto V , del proyecto será:

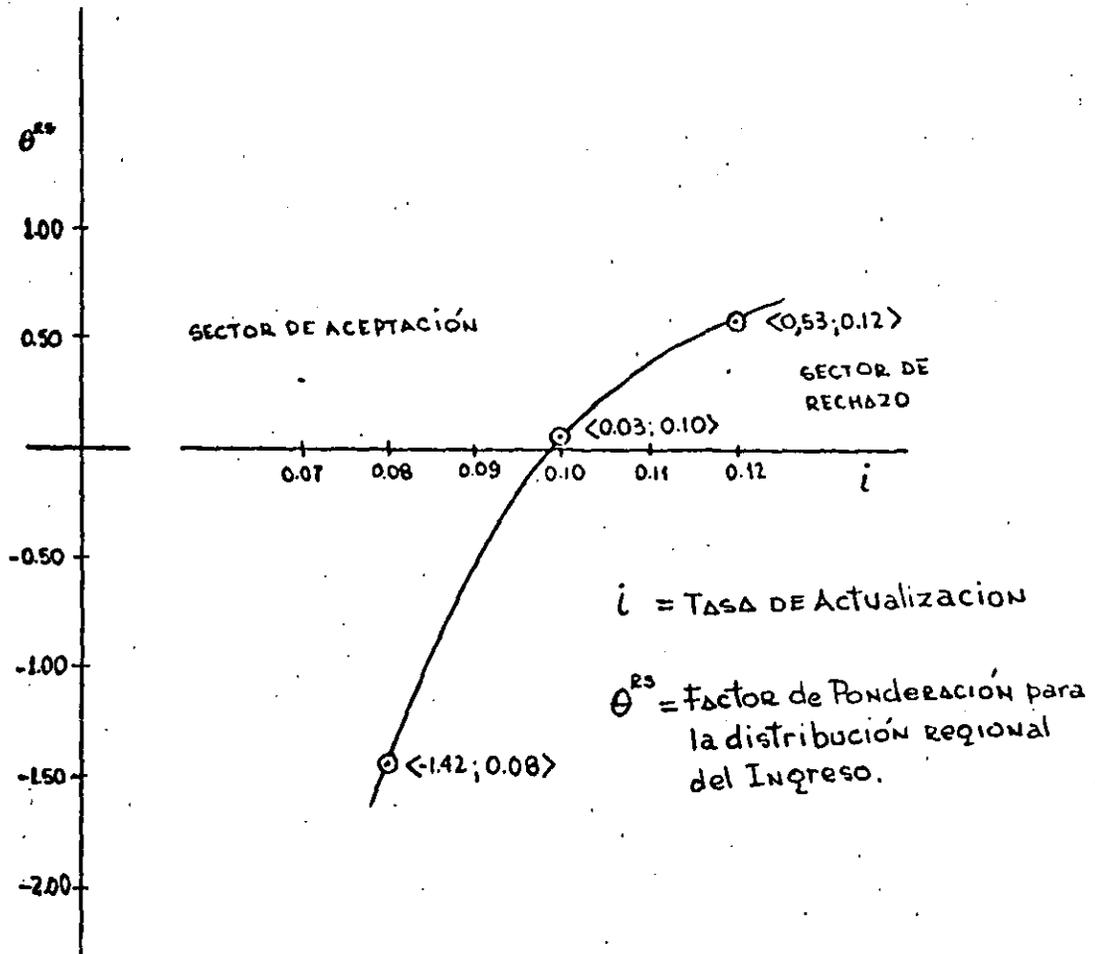
$$V = \theta^C C + \theta^{RS} R_S$$

Considerando el consumo global actual como unidad de cuenta, se puede expresar claramente $\theta^C = 1$.

Entonces de acuerdo a los datos de la tabla 4 se puede trazar la siguiente gráfica en donde la curva representa los puntos donde $V = 0$. Así que para combinaciones de i y θ^{RS} que se encuentran a la derecha de la curva el proyecto se rechaza y para las que están a la izquierda el proyecto es conveniente.

En particular, el proyecto solo resulta aceptable si el gobierno de Sarania concede una importancia adicional, y no despreciable, al consumo de la región de Sarakanda

Curva del valor crítico para la aceptación o rechazo del proyecto.



CONCLUSIONES

La evaluación económica del proyecto se realizó en tres aproximaciones sucesivas, en las que primero se toma el problema en su forma más simple, es decir, que los precios de mercado reflejan correctamente el costo social de oportunidad de todos los conceptos a evaluar.

Después, de acuerdo a las condiciones en las que se va a desarrollar el proyecto, se hacen intervenir precios de cuenta en aquellos conceptos que sea necesario. Para el país de Sarania, haciéndose extensivo para todos los países en desarrollo, es de suma importancia el ahorro de divisas para ser utilizadas en los proyectos prioritarios de cada país, así que en este concepto se da un precio de cuenta de las divisas, por la importancia en la política del país este precio será considerado como parámetro nacional, ya que el valor social debe estar dado de acuerdo a los lineamientos generales del desarrollo del país. Otros aspectos importantes a considerarse como precios de cuenta, serán la mano de obra calificada y no calificada pues en países en desarrollo siempre habrá una abundancia de mano de obra no calificada, por lo que habrá que tomar en cuenta esta condición en el cálculo de los precios reales del proyecto.

Finalmente, para hacer el cálculo definitivo de la evaluación económica, se define la preferencia de la inversión

sobre el consumo, involucrando un precio de cuenta de la inversión. Se puede observar la importancia de este parámetro en la tabla que muestra los valores de las diferentes aproximaciones del Valor Presente Neto del proyecto, pues para la segunda éste es positivo y al final se vuelve definitivamente negativo.

Como en este caso se evalúa el proyecto bajo dos objetivos generales: Consumo Global y Redistribución para la zona; es necesario dar valores ponderados de los objetivos, así que en la gráfica final, en donde además se puede observar la sensibilidad del proyecto a variaciones en la tasa de actualización, es posible definir los valores de estas ponderaciones para que el proyecto sea rentable a una tasa de actualización dada. Resulta bastante interesante y útil construir esta gráfica que define zonas de aceptación y rechazo del proyecto, obteniendo de esta manera una visión más general del comportamiento de la rentabilidad del proyecto ante variaciones en sus condiciones.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LA EVALUACION ECONOMICA DE PROYECTOS AGROPECUARIOS Y AGROINDUSTRIALES

FUENTE: FIRA, BANCO DE MÉXICO, 1982

SEPTIEMBRE, 1984

BANCO DE MEXICO S.A.



**LA EVALUACION ECONOMICA
DE PROYECTOS
AGROPECUARIOS
Y AGROINDUSTRIALES**

DIVISION DE PROGRAMACION DEL CREDITO AGRICOLA

Ing. M. A. Cuauhtémoc Marmolejo Rubio

MEXICO, 1982.

C O N T E N I D O

1.	INTRODUCCION	5
2.	LA ECONOMIA Y LA EVALUACION ECONOMICA ..	8
3.	EL MERCADO INTERNACIONAL Y EL COSTO DE OPORTUNIDAD	11
4.	EL MERCADO NACIONAL Y EL COSTO DE OPORTUNIDAD	17
5.	LOS PAGOS DE TRANSFERENCIA	21
6.	LA DECISION DE INVERSION	23
7.	UN FORMATO PARA EL CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD ECONOMICA	24
	ANEXOS	
	ANEXO 1	31
	ANEXO 2	35
	ANEXO 3	39
	ANEXO 4	44
	ANEXO 5	46

I. INTRODUCCION *

Se estima que el hombre apareció en la Tierra hace un millón y medio de años.

Haciendo una comparación de la historia del hombre con un año calendario, en la que cada día represente 4000 años de historia humana, tendríamos que el mes de enero sólo sería testigo de la aparición de nuestro ancestro, el *Homo habilis*. Este personaje caminaba erecto y cazaba en grupos; no tenía un lenguaje definido, pero indudablemente poseía alguna forma de comunicación. El lenguaje diferenciado se desarrollaría gradualmente durante febrero y marzo. Durante los meses de abril a noviembre el hombre se dedicaría a aprender a usar el fuego; a mediados de diciembre aparecerían las primeras evidencias de sus actividades religiosas. La Agricultura empezaría el 28 de diciembre y el desarrollo económico de los países industrializados se iniciaría alrededor de las 9:30 p.m. del 31 de diciembre.

El inicio de la navegación interoceánica, la revolución industrial y el desarrollo de la ciencia y la medicina fueron algunas de las causas de los cambios económicos, sociales y culturales que se han sucedido a un ritmo exponencial en los últimos siglos de la historia del hombre.

En la actualidad, mientras que la mayoría de los habitantes de países no industrializados aún no han resuelto sus problemas de alimentación y vivienda, los habitantes de los países industrializados se preocupan por satisfacer necesidades más sofisticadas, como la posición social, la acumulación de riqueza, la evasión de impuestos, y la búsqueda de la autorrealización.

* La metodología aquí expuesta intenta servir como introducción al uso sistemático de la evaluación económica dentro de las actividades del FIRA. Por lo tanto, está sujeta a las modificaciones que la experiencia dicte en el futuro. Los ejemplos utilizados son ficticios y su único fin es facilitar la comprensión de la metodología.

Se sabe que el desarrollo económico de los últimos 500 años se basó en el colonialismo ejercido sobre países sin tecnología, pero con abundancia de recursos naturales por países técnicamente adelantados, la exportación irracional de recursos no renovables y la modificación progresiva e irreversible de ecosistemas.

De este modo los países que no contaban con los medios científicos y tecnológicos para competir, se quedaron rezagados en la carrera hacia el bienestar.

Con base en lo anterior, se puede establecer que el desarrollo económico no fue ni geográfica ni ecológicamente autosuficiente, por lo que no puede continuar indefinidamente.

En los últimos años, la economía y el análisis de proyectos han recibido una creciente atención por parte de los gobiernos, por su utilidad en el estudio de problemas de escasez, de distribución de riqueza y de elección de alternativas sobre la utilización de recursos. La creciente popularidad de los conceptos *preservar* y *reciclar* son prueba de los esfuerzos que los gobiernos hacen para enfrentarse a la necesidad de modificar patrones de consumo y de optimizar el uso de los recursos. Este documento presenta aspectos relacionados con la economía y el análisis y selección de proyectos de inversión.

El análisis de proyectos comprende cuatro etapas principales:

- a) La evaluación técnica, que estudia los aspectos físicos y tecnológicos del proyecto.
- b) La evaluación financiera, que estudia los aspectos monetarios del proyecto y la contribución al inversionista.
- c) La evaluación económica, que analiza la contribución del proyecto a la economía.
- d) La evaluación social, que estudia el efecto del proyecto en la distribución del ingreso y el ahorro nacional.

El objetivo de este trabajo es presentar la evaluación económica, como un instrumento para orientar las decisiones de inversión pública.

La metodología presentada, está basada en la desarrollada por J. Price Gittinger *, especialista en Evaluación de Proyectos del Banco Mundial.

2. LA ECONOMIA Y LA EVALUACION ECONOMICA

En las economías mixtas, se hace uso tanto del sistema de precios como de controles estatales para hacer funcionar al aparato económico. Mientras que el sistema de precios actúa como el mecanismo principal en la creación de incentivos y dirige las actividades del sector empresarial, el Estado establece las políticas que intentan proveer un nivel mínimo de consumo a los miembros de la sociedad menos eficientes.

El Estado puede producir bienes y servicios de alto valor social y puede también promover la producción de éstos directamente mediante subsidios, liberación de impuestos, control del intercambio comercial internacional, e indirectamente, modificando el sistema de derechos de propiedad.

La función del sistema de precios es la de asignar valores a los recursos mediante la oferta y la demanda, y su eficiencia depende del mercado de competencia perfecta.

La competencia perfecta asume:

- a) Que los agentes económicos participantes son tan pequeños en relación con el conjunto del mercado, que ninguno puede influir significativamente en los precios.
- b) Que el producto es homogéneo, es decir que los compradores son indiferentes en cuanto a la empresa a la que compran.
- c) Que existe libre movilidad de todos los recursos, incluyendo la libre y fácil participación de todas las empresas.
- d) Que todos los agentes económicos tienen un conocimiento completo y perfecto de las condiciones del mercado.

Los anteriores supuestos son meramente teóricos, por lo que la eficiencia del sistema de precios resulta un tanto discutible.

* GITTINGER, J.P., 1980. Draft Materials for a Revised Edition of: "Economic Analysis of Agricultural Projects", The John Hopkins University Press, 1972.

Los precios que conocemos son resultado de mercados imperfectos y además distorsionados por la intervención del Estado, por lo que estos precios no son buenos indicadores del valor real de los recursos.

Por lo anterior, al tomar decisiones sobre la utilización de recursos, los gobiernos se enfrentan al problema de cuantificar los costos y beneficios de un proyecto de desarrollo en términos reales. Para resolver este problema algunos economistas sugieren el uso de los precios *sombra* *.

Los precios *sombra* se calculan en forma tal, que las imperfecciones del mercado afecten lo menos posible y las distorsiones provocadas por controles estatales se eliminen al máximo.

En la evaluación económica los costos y beneficios se valoran a través de precios *sombra* con el fin de cuantificar el beneficio neto real del proyecto a la economía. Para el cálculo de estos precios existen dos doctrinas principales: la primera intenta determinar el valor real con base en el valor del producto marginal, esto es, el valor de una unidad de producto adicional generada por la última unidad de insumo utilizada. La segunda intenta determinar el valor real en base al costo de oportunidad, esto es, el valor de un bien o servicio en su mejor uso alternativo.

Ambas doctrinas ofrecen resultados confiables. En la metodología presentada aquí, se ha optado por determinar los precios *sombra* con base en el costo de oportunidad por ser éste el método más práctico y sencillo.

El punto de partida de la evaluación económica, es una evaluación financiera que presente una información completa sobre costos y beneficios en precios de mercado para ambos casos, *con* y *sin* el proyecto. Con esta información y usando los métodos sugeridos en las siguientes páginas, se procede a calcular el beneficio neto real de un proyecto para la economía.

* También conocidos como *Precios de Cuenta*.

Antes de iniciar la exposición de la metodología, conviene mencionar algunas características distintivas de la evaluación económica. La evaluación económica usa precios *sombra* para valorar los recursos y la evaluación financiera utiliza precios de mercado; las transferencias como impuestos y subsidios se contabilizan en forma diferente, en la evaluación económica los impuestos son beneficios y los subsidios son costos, en la evaluación financiera ocurre lo contrario; para la evaluación económica la situación ideal sería la existencia de un organismo central de planeación, que calculara los parámetros nacionales de cuenta *; para la evaluación financiera, la situación ideal sería la existencia de un sistema económico libre de la intervención estatal. Comparada con la evaluación financiera, la evaluación económica se ha considerado como su contrapartida, sin embargo, lo que las separa es el contexto, mientras que la evaluación económica se desenvuelve a nivel macroeconómico, la evaluación financiera lo hace a nivel microeconómico.

No obstante estas grandes diferencias, sería inapropiado hablar en términos de eliminación mutua; más apropiado sería hablar en términos de mutua complementación, dado que en las economías mixtas la evaluación financiera proporciona al sector privado la información requerida para la toma de decisiones de inversión, por otra parte esa misma evaluación, sirve al Estado de plataforma para llevar a cabo la evaluación económica que determina la eficiencia del uso de los recursos, convirtiéndose en un indicador útil para la orientación de políticas de los planes nacionales o sectoriales de desarrollo. Por lo anterior, se recomienda el uso de la evaluación económica en el área de planeación de instituciones gubernamentales.

* Precios *sombra* únicos de los recursos en la economía a ser usados en la evaluación de proyectos de todos los sectores.

3. EL MERCADO INTERNACIONAL Y EL COSTO DE OPORTUNIDAD

Para determinar los precios *sombra* de los recursos involucrados en un proyecto, es necesario primero, identificar aquellos bienes y servicios susceptibles de ser comercializados con otros países y valorarlos a precios internacionales. Es sabido que el mercado internacional no es perfecto, no obstante lo cual resulta más competitivo y con menos controles que el mercado interno de cualquier país. Siendo así, el precio internacional de un bien o servicio, un buen indicador del costo real de la asignación de los recursos de una economía.

Los precios *sombra* obtenidos por este método se dividen en precios *paridad de importación* y precios *paridad de exportación*.

Los precios *paridad de importación* se usan en los insumos y en aquellos productos que sustituyen importaciones. Estos precios se calculan usando el precio FOB* del bien o servicio en cuestión más los gastos de importación.

Los precios *paridad de exportación* se usan en los productos de exportación, y se calculan usando el precio CIF** menos los gastos de exportación.

Al hacer estos cálculos, se determina el costo internacional de oportunidad de los insumos, se cuantifica el ahorro al producir sustitutos de importaciones y se determinan las ganancias por exportaciones.

Con el propósito de ilustrar lo anterior, se presentan los siguientes ejemplos (Cuadros 1 y 2):

* Free on board = Libre a bordo.

** Cost, insurance and freight = Costo, seguro y flete.

Cuadro 1

CALCULO DEL PRECIO PARIDAD DE IMPORTACION DE UNA TONELADA DE FRIJOL

PRECIO FOB (en dólares, en El Paso, Texas)	\$ 400.00
+ Carga	3.00
+ Seguro	1.00
+ Flete	1.00
PRECIO CIF (en dólares, en Cd. Juárez, Chih.)	405.00
PRECIO CIF (en pesos en Cd. Juárez, Chih.)	15,390.00 *
+ Gastos de Aduana	70.00
+ Flete	1,000.00
+ Descarga	100.00
+ Almacenaje	80.00
PRECIO EN EL LUGAR DE CONSUMO (MEXICO)	16,640.00
- Descarga	100.00
- Flete del predio al lugar de consumo	300.00
- Carga	80.00
PRECIO EN EL PREDIO	\$ 16,160.00

* Tipo de cambio: \$ 1.00 dólar = \$ 38.00 pesos.

Cuadro 2

**CALCULO DEL PRECIO PARIDAD DE EXPORTACION
DE UNA TONELADA DE TOMATE**

PRECIO CIF (en dólares, en Nogales, Arizona)	\$ 480.00
- Descarga	5.00
- Seguro	1.00
- Flete	1.00
PRECIO FOB (en dólares, en Nogales, Sonora)	473.00
PRECIO FOB (en pesos, en Nogales, Sonora)	17,974.00
- Gastos de Aduana	70.00
- Flete	600.00
- Carga	100.00
PRECIO EN EL LUGAR DE CONSUMO (MEXICO)	17,204.00
- Descarga	100.00
- Flete del predio al lugar de consumo	280.00
- Carga	90.00
PRECIO EN EL PREDIO	16,734.00

* Tipo de cambio: \$ 1.00 dólar = \$ 38.00 pesos.

Algunos proyectos tienen cierto contenido importado, otros generan productos de exportación, y los hay con ambas características. Esto, sin duda, tiene impacto en la cantidad de divisas que se manejan en una economía.

Por conveniencia, muchos países mantienen su moneda sobrevaluada en relación con la moneda de otros países, por lo que es necesario estimar el tipo de cambio real a fin de determinar el costo real de las importaciones o el beneficio real de las exportaciones, según sea el caso. Para ello se calcula un tipo de cambio *sombra* que refleje el verdadero valor de las divisas. El cálculo del tipo de cambio *sombra* implica un análisis macroeconómico sobre los índices de precios a través del tiempo, y los volúmenes de divisas y aranceles de los países involucrados en operaciones de comercio internacional. Los organismos centrales de planeación de cada país son los encargados de calcularlo. Se recomienda obtener esta información y ajustar los precios *paridad de importación y exportación*, mediante la sustitución del tipo de cambio en el mercado por el tipo de cambio *sombra*.

En el Cuadro 3 se presenta una comparación del precio *paridad de importación* de una tonelada de frijol, calculado con el tipo de cambio de mercado y el tipo de cambio *sombra*, asumiendo una sobrevaluación de un 25%.

Cuadro 3

COMPARACION DEL PRECIO PARIDAD DE IMPORTACION DE UNA TONELADA DE FRIJOL CALCULADO CON EL TIPO DE CAMBIO DE MERCADO Y EL TIPO DE CAMBIO SOMBRA

	Tipo de cambio	
	de Mercado	Sombra
PRECIO FOB (en dólares, en El Paso, Texas) + Carga, seguro y flete	\$ 400.00 5.00	\$ 400.00 5.00
PRECIO CIF (en dólares, en Cd. Juárez, Chih.)	405.00	405.00
PRECIO CIF (en pesos, en Cd. Juárez, Chih.) + Gastos de Aduana + Flete, descarga y almacenaje	15,390.00 * 70.00 1,180.00	19,237.50 ** 70.00 1,180.00
PRECIO EN EL LUGAR DE CONSUMO (MEXICO) - Descarga - Flete del predio al lugar de consumo - Carga	16,640.00 100.00 300.00 80.00	20,487.50 100.00 300.00 80.00
PRECIO EN EL PREDIO	16,160.00	20,007.50

* \$ 1.00 dólar = \$ 38.00 pesos.

** \$ 1.00 dólar = \$ 47.50 pesos.

El Cuadro 4 asume una sobrevaluación de un 25 %.

Cuadro 4

COMPARACION DEL PRECIO PARIDAD DE EXPORTACION DE UNA TONELADA DE TOMATE CALCULADO CON EL TIPO DE CAMBIO DE MERCADO Y EL TIPO DE CAMBIO SOMBRA

	Tipo de cambio	
	de Mercado	Sombra
PRECIO CIF (en dólares, en Nogales, Arizona) - Descarga, seguro y flete	\$ 480.00 7.00	\$ 480.00 7.00
PRECIO FOB (en dólares, en Nogales, Sonora)	473.00	473.00
PRECIO FOB (en pesos, en Nogales, Sonora) - Gastos de Aduana - Flete y carga	17,974.00 * 70.00 700.00	22,467.50 ** 70.00 700.00
PRECIO EN EL LUGAR DE CONSUMO (MEXICO) - Descarga - Flete del predio al lugar de consumo - Carga	17,204.00 100.00 280.00 90.00	21,697.50 100.00 280.00 90.00
PRECIO EN EL PREDIO	16,734.00	21,227.50

* \$ 1.00 dólar = \$ 38.00 pesos.

** \$ 1.00 dólar = \$ 47.50 pesos.

En los Cuadros 3 y 4 se puede observar el efecto significativo de contabilizar la sobrevaluación que la moneda nacional pueda tener.

4. EL MERCADO NACIONAL Y EL COSTO DE OPORTUNIDAD

Una vez calculados los precios *sombra* de los recursos que pueden intercambiarse en el mercado internacional, se procede a identificar los recursos que por su naturaleza no son susceptibles de ser comercializados en otros países. El más común de estos recursos es la tierra, y en muchos casos la mano de obra y la electricidad.

Para determinar el precio *sombra* de la tierra, se recomienda usar el costo de arrendamiento, ya que en la mayoría de los casos, éste refleja fielmente su costo de oportunidad, además de que resulta fácil obtenerlo. En situaciones especiales en las que no sea aplicable el uso del costo de arrendamiento, se puede optar por cuantificar el valor neto * de la producción a que se renuncia debido a la implementación del proyecto y usar este dato como el costo de oportunidad de la tierra.

El precio *sombra* de la mano de obra se recomienda calcularlo sólo para la mano de obra no calificada. Se asume que el mercado de la mano de obra calificada es bastante competitivo y que su precio no sufre distorsiones significativas como consecuencia de la intervención del Estado, por lo que su precio en el mercado es muy cercano a su costo de oportunidad, y se puede usar en la evaluación económica sin necesidad de ningún ajuste.

Para estimar el precio *sombra* de la mano de obra no calificada, se calcula el número de días del año que este tipo de trabajadores espera encontrar ocupación y se multiplica por su salario diario. El resultado de esta operación se divide entre el número estimado de días de trabajo posibles en el año sin el proyecto. El resultado final será el ingreso diario promedio de un empleado. Este ingreso es el costo de oportunidad de un día de trabajo en el proyecto y se usa como el precio *sombra* de la mano de obra no calificada.

* Ingresos brutos - costos de producción.

Ejemplo:	Salario diario	\$ 200.00
	Días trabajados	171
	Días de trabajo posibles en un año	260

$$\frac{200 \times 171}{260} = 131.53$$

El ingreso diario promedio de un empleado sin el proyecto es \$131.53, esto es, el ingreso al que renuncia al decidir trabajar en el proyecto.

Existen recursos que, además de que generalmente no se pueden intercambiar en el mercado internacional, no son susceptibles de arrendarse o es difícil cuantificar el valor neto de la producción a la que su uso renuncia. La electricidad es un ejemplo típico de esta clase de recursos.

Para determinar el precio *sombra* de la electricidad y aquellos recursos con características similares, se recomienda descomponer su precio de mercado en el costo de los recursos involucrados para su producción y valorar estos a precios *sombra* conforme a los métodos sugeridos en esta metodología. En el Cuadro 5 se presenta un ejemplo del cálculo del precio *sombra* de un KW/hora.

El precio *sombra* de las instalaciones se determinó calculando el precio *sombra* de cada uno de los componentes de su precio de mercado. El precio *sombra* del equipo se calculó en base a su precio paridad de importación. El precio *sombra* de la mano de obra se determinó por el método del salario diario y los días posibles de trabajo en el año. La administración y asesorías se consideran mano de obra calificada, por lo que su precio de mercado es su precio *sombra*. Los impuestos son un pago de transferencia y su tratamiento se discute más adelante. Este método se conoce como *descomposición múltiple*.

El concepto de costo de oportunidad es aplicable a bienes y servicios intermedios y finales. Sin embargo, en algunos casos y bajo circunstancias muy particulares, el concepto de costo de oportunidad no es aplicable a ciertos bienes y servicios finales, por ser su valor de consumo el

Cuadro 5

COMPONENTES DEL PRECIO DE MERCADO.
Y EL PRECIO SOMBRA, DE UN KW/HORA

	Precios de mercado	Precio sombra
Instalaciones	.32	.62
Equipo	.28	.60
Mano de obra	.23	.17
Administración	.11	.11
Asesorías	.02	.02
Impuestos	.04	-
TOTAL	\$ 1.00	\$ 1.52

que determina su valor real y no su uso alternativo. Este concepto es conocido como *disponibilidad a pagar*.

Aunque esta situación no es muy frecuente en proyectos agropecuarios y agroindustriales, a continuación se presenta un ejemplo con fines ilustrativos.

Asumamos un país con frontera cerrada al mercado internacional de tabaco y donde la demanda por tabaco es superior a la oferta. Dado que el tabaco no tiene usos alternativos aparentes, su valor real estará determinado por la disponibilidad a pagar este recurso, por parte de los consumidores y no por su costo de oportunidad.

Cuando una situación con las características de la anterior se presente, el valor determinado por los consumidores se usará como valor real.

Antes de decidir qué método usar en la determinación de los precios sombra, es conveniente preguntarse: ¿Es el mercado del recurso en

cuestión suficientemente competitivo?, ¿recibe la producción de este recurso subsidios importantes?, ¿existe un control de su precio en el mercado por parte del Estado?, ¿es significativo el valor del recurso en relación con el valor total del proyecto?

Si el mercado del recurso es razonablemente competitivo y no existen controles estatales substanciales, o el valor del recurso es insignificante en relación con el valor del proyecto, se puede usar el precio de mercado en sustitución del precio sombra, con el fin de mantener el proceso de la evaluación económica lo menos complicado posible.

5. LOS PAGOS DE TRANSFERENCIA

Una vez calculados los precios sombra de los bienes y servicios del proyecto, se procede a identificar los pagos de transferencia.

Los pagos de transferencia son aquellas transacciones que contribuyen a que un mayor o menor volumen de circulante esté disponible en la economía para otros proyectos.

Los impuestos, subsidios, intereses y seguros, son ejemplos de pagos de transferencia. Aquellas transacciones que aumentan el circulante como los impuestos, intereses y seguros, se contabilizan como beneficios, por lo que se eliminan de los costos de operación del proyecto. Las transacciones que reducen el volumen de circulante, como los subsidios, se contabilizan como costos, por lo que es necesario cuantificarlos y agregarlos a los costos del proyecto.

Un ejemplo de esto se puede apreciar en el Cuadro 6.

Cuando exista algún subsidio a los insumos o productos y el valor de ellos ha sido determinado por el método de los precios paridad de importación o exportación, no es necesario contabilizar tal subsidio ya que el costo real quedó determinado por el precio en el mercado internacional. Cuando sea necesario contabilizar los subsidios, éstos se considerarán como *otros costos*, o sea, aquellos costos que no son inversiones ni costos de operación y que son causados indirectamente por el proyecto.

Cuadro 6

AJUSTE DE LOS PAGOS DE TRANSFERENCIA A LOS COSTOS DE OPERACION DE UNA HECTAREA DE SORGO

Preparación de tierras	\$ 1,900.00
Materiales	3,900.00
Mano de obra	200.00
Fletes	100.00
Seguros	300.00
Impuestos	500.00
Cuotas	200.00
Trilla	900.00
T O T A L :	\$ 8,000.00
- Seguros	300.00
- Impuestos	500.00
- Cuotas	200.00
COSTOS DE OPERACION AJUSTADOS PARA PAGOS DE TRANSFERENCIA	\$ 7,000.00

6. LA DECISION DE INVERSION

Al terminar de calcular los precios sombra de los bienes y servicios involucrados en un proyecto, y una vez realizados los ajustes de los pagos de transferencia, se calcula el beneficio neto * del proyecto, el cual reflejará la contribución del proyecto a la economía.

Si el beneficio neto del proyecto es atractivo, es necesario, antes de decidir si se lleva a cabo la inversión, comparar la bondad del proyecto frente a la bondad de otros proyectos. Esta comparación se puede hacer mediante el cálculo de la relación beneficio—costo, el valor actual neto o la tasa interna de retorno.

En la actualidad, el cálculo de la tasa interna de retorno es el método más aceptado en la toma de decisiones de inversión. La tasa interna de retorno es aquella tasa de actualización que iguala a cero el flujo neto de beneficios del proyecto. Cuando se calcula usando precios de mercado se le conoce como *tasa de rentabilidad financiera* y cuando se calcula con precios sombra se le conoce como *tasa de rentabilidad económica*. Para el cálculo de la tasa de rentabilidad financiera se recomienda consultar el trabajo del Ing. Sergio Carvallo Garnica **.

Una vez seleccionado el proyecto más rentable, es necesario hacer una última comparación. La tasa de rentabilidad económica del proyecto deberá ser igual o superior a la inversión marginal pública o al costo de oportunidad de los fondos del Gobierno. De esta manera se asegura que la inversión en el proyecto no represente una carga extra para la economía.

* Beneficios totales — costos totales.

** Aplicación de la tasa de rentabilidad financiera en proyectos agropecuarios, Ing. Sergio Carvallo Garnica, Banco de México, S.A.—FIRA, 1975.

7. UN FORMATO PARA EL CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD ECONOMICA

El cálculo de la tasa de rentabilidad económica consiste en:

- 1o. Calcular los precios sombra de los recursos involucrados y ajustar las transferencias a los costos de operación.
- 2o. Cuantificar el incremento de beneficios debido a la implementación del proyecto. Para lograr esto, es necesario conocer el comportamiento de los costos y beneficios *con* y *sin* el proyecto.
- 3o. Calcular el flujo neto de beneficios del proyecto.
- 4o. Determinar la tasa de actualización que iguale a cero el flujo neto de beneficios.

Con el fin de facilitar el cálculo de la tasa de rentabilidad económica se recomienda el uso del formato que se presenta a continuación (Cuadro 7). El diseño de este formato permite además, analizar en forma rápida el origen del flujo neto de beneficios de un proyecto, y diagnosticar si éste fue causado por un incremento en la productividad, una reducción de costos o una expansión del sistema productivo.

En las primeras cinco columnas se anotan: la duración del proyecto en años y los beneficios y costos *con* y *sin* el proyecto, en el orden indicado.

El incremento de beneficios del proyecto se determina de la siguiente manera:

$$BCP - CCP - BSP + CSP = IBP$$

Las columnas OB y OC se usan para contabilizar los beneficios y costos causados indirectamente por el proyecto. Si son beneficios se suman al incremento de beneficios del proyecto, si son costos se le restan.

El valor de las inversiones se le resta al incremento de beneficios del proyecto y el valor residual se le suma.

El incremento del capital de trabajo es la diferencia entre los costos de operación con y sin el proyecto. Si se hace uso del capital de trabajo todo el año, se le resta al incremento de beneficios del proyecto el 100% del incremento del capital de trabajo. Si se hace uso del capital de trabajo sólo una parte del año, se resta sólo la parte proporcional. En el ejemplo anterior (Cuadro 7), el incremento del capital de trabajo fue de \$5,000.00, pero como se trata de un cultivo en el que los costos de operación se recuperan aproximadamente en 6 meses, se considera un incremento del capital de trabajo de \$2,500.00. Algunos proyectos producen incrementos negativos del capital de trabajo, lo cual se considera como un beneficio, por lo que la cantidad ahorrada en el uso del capital de trabajo se le suma al incremento de beneficios del proyecto. La recuperación del capital de trabajo ocurre a la maduración del proyecto, si ésta es positiva se le suma al incremento de beneficios del proyecto, y si es negativa se le resta.

El resultado final de las operaciones anteriores es el flujo neto de beneficios. Este flujo se actualiza a una tasa de descuento que iguale a cero los beneficios netos del proyecto. Esta tasa será la rentabilidad económica del proyecto.

Para actualizar los valores del flujo neto de beneficios se usa la tabla de valor presente * o la siguiente fórmula:

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

Donde: i = tasa de descuento
n = número de años a descontar
1 = unidad

* Anexo 3.

Cuadro 7

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD ECONOMICA
NOMBRE DEL PROYECTO: MAIZ DE TEMPORAL

A	BCP	CCP	BSP	CSP	IBP	OB	OC	INV	VR	ICT	RCT	FNB
1/	2/	3/	4/	5/	6/	7/	8/	9/	10/	11/	12/	13/
1	52.00	35.00	40.00	30.00	7.00	0.00	0.00	20.00	0.00	2.50	0.00	-15.50
2	52.00	35.00	40.00	30.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
3	52.00	35.00	40.00	30.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
4	52.00	35.00	40.00	30.00	7.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.00
5	52.00	35.00	40.00	30.00	7.00	0.00	0.00	0.00	4.00	0.00	2.50	13.50

Tasa de Rentabilidad Económica 36.7%

NOTAS:	
1/ Años.	7/ Otros beneficios.
2/ Beneficios con el proyecto.	8/ Otros costos.
3/ Costos con el proyecto.	9/ Inversiones.
4/ Beneficios sin el proyecto.	10/ Valores residuales.
5/ Costos sin el proyecto.	11/ Incremento del capital de trabajo.
6/ Incremento de beneficios del proyecto.	12/ Recuperación del capital de trabajo.
	13/ Flujo neto de beneficios.

Es común iniciar los cálculos con una tasa de descuento cercana al costo de oportunidad del capital de inversión pública. Generalmente, usando esta tasa se obtendrá un valor actual neto positivo, por lo cual se recomienda aumentar la tasa de descuento hasta obtener un valor actual neto negativo. De esta manera, mediante una interpolación, obtendremos la tasa de descuento que iguale a cero los beneficios netos del proyecto.

A continuación se calcula el valor presente del flujo neto de beneficios del ejemplo del Cuadro 7 con dos diferentes tasas de descuento.

Cuadro 8

FNB	FACTOR DE ACTUALIZACION 35 %	VAN *
- 15.5	.74074	- 11.481
7.0	.54869	3.840
7.0	.40644	2.845
7.0	.30106	2.107
13.5	.22301	3.010
		0.321

FNB	FACTOR DE ACTUALIZACION 40 %	VAN *
- 15.5	.71428	- 11.071
7.0	.51020	3.571
7.0	.36443	2.551
7.0	.26030	1.822
13.5	.18593	2.500
		- 0.627

* Valor actual neto.

Una vez obtenido un valor actual neto positivo y otro negativo, se hace la interpolación con la siguiente fórmula:

$$TRE = \text{Tasa de descuento menor} - \frac{\text{Diferencia entre tasas de descuento}}{\left(\frac{\text{Valor actual neto con la tasa de descuento menor}}{\text{Suma absoluta de los valores actuales netos con las tasas de descuento mayor y menor}} \right)}$$

Entonces:

$$TRE = 35 + 5 \frac{.321}{.321 + .627} = 36.69 \%$$

La tasa de rentabilidad económica del proyecto es 36.69 %.

La aplicación de la metodología aquí expuesta está limitada a proyectos de carácter cuantitativo. En el caso en que un proyecto presente elementos de carácter cualitativo o que implique juicios de valor, es responsabilidad del evaluador mencionarlos, mas no tratar de cuantificarlos.

En la evaluación económica se presentan situaciones en las que la mejor alternativa es trabajar con supuestos y todo supuesto implica cierto grado de parcialidad, por lo que los resultados deben ser analizados con detenimiento y precaución. La calidad de los resultados está en función directa de la calidad de la información utilizada y de la objetividad con que esta información es manejada.

ANEXOS

ANEXO 1

EVALUACION FINANCIERA DE UN PROYECTO AGRICOLA

	Sin el Proyecto	Con el Proyecto (años)				
		1	2	3	4	5
BENEFICIOS						
SUPERFICIE (ha)						
Soya	20					
Ajonjolí	40					
Frijol		40	40	40	40	40
Sorgo		35	35	35	35	35
<i>Total</i>	60	75	75	75	75	75
PRODUCCION (ton/ha)						
Soya	2.2					
Ajonjolí	1.2					
Frijol		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Sorgo		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
VALOR (miles de pesos)						
Valor unitario (pesos)						
Soya 8,500/ton	374.0					
Ajonjolí 14,000/ton	672.0					
Frijol 15,000/ton		720.0	720.0	720.0	720.0	720.0
Sorgo 4,000/ton		630.0	630.0	630.0	630.0	630.0
<i>Total</i>	1,046.0	1,350.0	1,350.0	1,350.0	1,350.0	1,350.0
COSTOS						
SUPERFICIE (ha)						
Soya	20					
Ajonjolí	40					
Frijol		40	40	40	40	40
Sorgo		35	35	35	35	35
<i>Total</i>	60	75	75	75	75	75
COSTOS POR HECTAREA (miles de pesos)						
Soya	11.5					
Ajonjolí	8.5					
Frijol		8.0	8.0	8.0	8.0	8.0
Sorgo		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
COSTOS POR CULTIVO (miles de pesos)						
Soya	230.0					
Ajonjolí	340.0					
Frijol		320.0	320.0	320.0	320.0	320.0
Sorgo		262.5	262.5	262.5	262.5	262.5
<i>Total</i>	570.0	582.5	582.5	582.5	582.5	582.5

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD FINANCIERA

Primera Parte

(Miles de pesos)

A	BCP	CCP	BSP	CSP	IBP	OB	OC	INV	VR	ICT	RCT	FNB
1	1,350.0	582.5	1,046.0	570.0	291.5	0.0	0.0	970.0	0.0	6.25	0.0	(684.75)
2	1,350.0	582.5	1,046.0	570.0	291.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.5
3	1,350.0	582.5	1,046.0	570.0	291.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.5
4	1,350.0	582.5	1,046.0	570.0	291.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	291.5
5	1,350.0	582.5	1,046.0	570.0	291.5	0.0	0.0	0.0	194.0	0.0	6.25	491.75

FUENTE: División de Programación del Crédito Agrícola, FIRA.

INVERSION

Maquinaria y equipo agrícola con valor de \$ 970,000.00.

VALOR RESIDUAL

El 20 % del valor inicial después de 5 años:

$$\$ 970,000.00 \times .2 = \$ 194,000.00$$

INCREMENTO DEL CAPITAL DE TRABAJO

La diferencia entre:

Costos de operación con el proyecto	\$ 582,500.00
Costos de operación sin el proyecto	<u>570,000.00</u>
	\$ 12,500.00

Dado que el capital de trabajo se usará aproximadamente seis meses del año, se le carga al proyecto sólo el 50 % del incremento total en el primer año.

$$\$ 12,500.00 \times .5 = \$ 6,250.00$$

El incremento del capital de trabajo para el segundo año y los subsiguientes se determina con base en los incrementos que sufran los costos de operación con el proyecto durante su vida útil. En este proyecto los costos de operación permanecen constantes, por lo que no se registra ningún incremento adicional.

RECUPERACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

La recuperación del capital de trabajo se contabiliza en el último año del proyecto. Como el incremento del capital de trabajo fue un cargo al proyecto, su recuperación será un abono.

$$RCT = \$ 6,250.00$$

ANEXO 2

EVALUACION ECONOMICA DE UN PROYECTO AGRICOLA

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD FINANCIERA

Segunda Parte

Años	FNB	Factores de Actualización 30%	VAN
1	(684.75)	.769231	(526.73)
2	291.5	.591716	172.48
3	291.5	.455166	132.68
4	291.5	.350128	102.06
5	491.75	.269329	132.44
			- 12.93

Años	FNB	Factores de Actualización 33%	VAN
1	(684.75)	.751880	(514.85)
2	291.5	.565323	164.79
3	291.5	.425055	123.90
4	291.5	.319590	93.16
5	491.75	.240293	118.16
			(14.84)

$$TRF = 30 + 3 \left(\frac{12.93}{12.93 + 14.84} \right) = 31.4\%$$

FUENTE: División de Programación del Crédito Agrícola. FIRA.

	Sin el Proyecto	Con el Proyecto (años)				
		1	2	3	4	5
BENEFICIOS						
SUPERFICIE (ha)						
Soya	20					
Ajonjolí	40					
Frijol		40	40	40	40	40
Sorgo		35	35	35	35	35
Total	60	75	75	75	75	75
PRODUCCION (ton/ha)						
Soya	2.2					
Ajonjolí	1.2					
Frijol		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Sorgo		4.5	4.5	4.5	4.5	4.5
VALOR (miles de pesos)						
Soya	7,500/ton	330.0				
Ajonjolí	13,200/ton	633.6				
Frijol	12,500/ton		600.0	600.0	600.0	600.0
Sorgo	3,800/ton		598.5	598.5	598.5	598.5
Total		963.6	1,198.5	1,198.5	1,198.5	1,198.5
COSTOS						
SUPERFICIE (ha)						
Soya	20					
Ajonjolí	40					
Frijol		40	40	40	40	40
Sorgo		35	35	35	35	35
Total	60	75	75	75	75	75
COSTOS POR HECTAREA ** (miles de pesos)						
Soya	11.0					
Ajonjolí	8.0					
Frijol		7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Sorgo		7.0	7.0	7.0	7.0	7.0
COSTOS POR CULTIVO (miles de pesos)						
Soya	220.0					
Ajonjolí	320.0					
Frijol		300.0	300.0	300.0	300.0	300.0
Sorgo		245.0	245.0	245.0	245.0	245.0
Total	540.0	545.0	545.0	545.0	545.0	545.0

* Precios paridad de importación.

** A precios sombra y realizados los ajustes por transferencias a los costos de operación.

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD ECONOMICA
Primera Parte

(Miles de pesos)

A	BCP	CCP	BSP	CSP	IBP	OB	OC	INV	VR	ICT	RCT	FNB
1	1,198.5	545.0	963.6	540.0	229.9	0.0	0.0	970.0	0.0	2.5	0.0	(742.6)
2	1,198.5	545.0	963.6	540.0	229.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	229.9
3	1,198.5	545.0	963.6	540.0	229.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	229.9
4	1,198.5	545.0	963.6	540.0	229.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	229.9
5	1,198.5	545.0	963.6	540.0	229.9	0.0	0.0	0.0	194.0	0.0	2.5	426.4

FUENTE: División de Programación del Crédito Agrícola, PIRA.

INVERSION

Maquinaria y equipo agrícola con valor de \$ 970,000.00.

VALOR RESIDUAL

El 20% del valor inicial después de 5 años:

$$\$ 970,000.00 \times .2 = \$ 194,000.00$$

INCREMENTO DEL CAPITAL DE TRABAJO

La diferencia entre:

Costos de operación con el proyecto	\$ 545,000.00
Costos de operación sin el proyecto	<u>- 540,000.00</u>
	\$ 5,000.00

Dado que el capital de trabajo se usará aproximadamente seis meses del año, se le carga al proyecto sólo el 50% del incremento total en el primer año.

$$\$ 5,000.00 \times .5 = \$ 2,500.00$$

El incremento del capital de trabajo para el segundo año y los restantes se determina con base en los incrementos que sufran los costos de operación con el proyecto durante su vida útil. En este proyecto los costos de operación permanecen constantes, por lo que no se registra ningún incremento adicional.

RECUPERACION DEL CAPITAL DE TRABAJO

La recuperación del capital de trabajo se contabiliza en el último año del proyecto. Como el incremento del capital de trabajo fue un cargo al proyecto, su recuperación será un abono.

$$RCT = \$ 2,500.00$$

FACTORES DE ACTUALIZACION
Valor presente de 1 en el futuro

Año	3%	6%	9%	12%	15%	18%	21%	24%	27%
1	.970874	.943396	.917431	.892857	.869565	.847458	.826446	.806452	.787402
2	.942596	.889996	.841680	.797194	.756144	.718184	.683013	.650364	.620001
3	.915142	.839619	.772183	.711780	.657516	.608631	.564474	.524487	.488190
4	.888487	.792094	.708425	.635518	.571753	.515789	.466507	.422974	.384402
5	.862609	.747258	.649931	.567427	.497177	.437109	.385543	.341108	.302678
6	.837484	.704961	.596267	.506631	.432328	.370432	.318631	.275087	.238929
7	.813092	.665057	.547034	.452349	.375937	.313925	.263331	.221844	.187661
8	.789409	.627412	.501866	.403883	.326902	.266038	.217629	.178907	.147765
9	.766417	.591898	.460428	.360610	.284262	.225456	.179859	.144280	.116350
10	.744094	.558395	.422411	.321973	.247185	.191064	.148644	.116354	.091614
11	.722421	.526788	.387533	.287476	.214943	.161919	.122846	.093834	.072137
12	.701380	.496969	.355535	.256675	.186907	.137220	.101526	.075673	.056801
13	.680951	.468839	.326179	.229174	.162528	.116288	.083905	.061026	.044725
14	.661118	.442301	.299246	.204620	.141329	.098549	.069343	.049215	.035217
15	.641862	.417265	.274538	.182696	.122894	.083516	.057309	.039689	.027730
16	.623167	.393646	.251870	.163122	.106865	.070776	.047362	.032008	.021834
17	.605016	.371364	.231073	.145644	.092926	.059980	.039143	.025813	.017192
18	.587395	.350344	.211994	.130040	.080805	.050830	.032349	.020817	.013537
19	.570286	.330513	.194490	.116107	.070265	.043077	.026735	.016788	.010659
20	.553676	.311805	.178431	.103667	.061100	.036506	.022095	.013538	.008393
21	.537549	.294155	.163698	.092560	.053131	.030937	.018260	.010918	.006609
22	.521893	.277505	.150182	.082643	.046201	.026218	.015091	.008805	.005204
23	.506692	.261797	.137781	.073788	.040174	.022218	.012472	.007101	.004097
24	.491934	.246979	.126405	.065882	.034934	.018829	.010307	.005726	.003226
25	.477606	.232999	.115968	.058823	.030378	.015957	.008519	.004618	.002540

68

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD ECONOMICA

Segunda Parte

Años	FNB	Factores de Actualización 15%	VAN
1	(742.6)	.869565	(645.74)
2	229.9	.756144	173.84
3	229.9	.657516	151.16
4	229.9	.571753	131.45
5	426.4	.497177	211.10
			21.81

Años	FNB	Factores de Actualización 18%	VAN
1	(742.6)	.847458	(629.32)
2	229.9	.718184	165.11
3	229.9	.608631	139.92
4	229.9	.515789	118.58
5	426.4	.437109	186.38
			(19.33)

$$TRE = 15 + 3 \left(\frac{21.81}{21.81 + 19.33} \right) = 16.6\%$$

FUENTE: División de Programación del Crédito Agrícola. FIRA.

Anexo 3

C o n t i n u a c i ó n

Año	30%	33%	36%	39%	42%	45%	48%	51%	54%
1	.769231	.751880	.735294	.719424	.704225	.689655	.675676	.662252	.649351
2	.591716	.565323	.540657	.517572	.495933	.475624	.456538	.438577	.421656
3	.455166	.425055	.397542	.372354	.349249	.328017	.308471	.290449	.273803
4	.350128	.319590	.292310	.267880	.245950	.226218	.208427	.192350	.177794
5	.269329	.240293	.214934	.192720	.173204	.156013	.140829	.127384	.115451
6	.207176	.180672	.158040	.138647	.121975	.107595	.095155	.084360	.074968
7	.159366	.135843	.116206	.099746	.085898	.074203	.064294	.055868	.048680
8	.122589	.102138	.085445	.071760	.060491	.051175	.043442	.036999	.031611
9	.094300	.076795	.062828	.051626	.042600	.035293	.029352	.024502	.020526
10	.072538	.057741	.046197	.037141	.030000	.024340	.019833	.016227	.013329
11	.055799	.043414	.033968	.026720	.021127	.016786	.013401	.010746	.008655
12	.042922	.032642	.024977	.019223	.014878	.011577	.009054	.007117	.005620
13	.033017	.024543	.018365	.013830	.010477	.007984	.006118	.004713	.003649
14	.025398	.018453	.013504	.009949	.007378	.005506	.004134	.003121	.002370
15	.019537	.013875	.009929	.007158	.005196	.003797	.002793	.002067	.001539
16	.015028	.010432	.007301	.005149	.003659	.002619	.001887	.001369	.000999
17	.011560	.007844	.005368	.003705	.002577	.001806	.001275	.000907	.000649
18	.008892	.005898	.003947	.002665	.001815	.001246	.000862	.000600	.000421
19	.006840	.004434	.002902	.001917	.001278	.000859	.000582	.000398	.000274
20	.005262	.003334	.002134	.001379	.000900	.000592	.000393	.000263	.000178
21	.004048	.002507	.001569	.000992	.000634	.000409	.000266	.000174	.000115
22	.003113	.001885	.001154	.000714	.000446	.000282	.000180	.000115	.000075
23	.002395	.001417	.000848	.000514	.000314	.000194	.000121	.000076	.000049
24	.001842	.001066	.000624	.000370	.000221	.000134	.000082	.000051	.000032
25	.001417	.000801	.000459	.000266	.000156	.000092	.000055	.000034	.000021

Anexo 3

C o n t i n u a c i ó n

Año	57%	60%	63%	66%	69%	72%	75%	78%	81%
1	.636943	.625000	.613497	.602410	.591716	.581395	.571429	.561798	.552486
2	.405696	.390625	.376378	.362897	.350128	.338021	.326531	.315617	.305241
3	.258405	.244141	.230907	.218613	.207176	.196524	.186589	.177313	.168641
4	.164589	.152588	.141661	.131695	.122589	.114258	.106622	.099614	.093172
5	.104834	.095367	.086908	.079334	.072538	.066429	.060927	.055963	.051476
6	.066773	.059605	.053318	.047792	.042922	.038622	.034815	.031440	.028440
7	.042531	.037253	.032710	.028790	.025398	.022454	.019895	.017663	.015713
8	.027090	.023283	.020068	.017343	.015028	.013055	.011368	.009923	.008681
9	.017255	.014552	.012312	.010448	.008892	.007590	.006496	.005575	.004796
10	.010990	.009095	.007553	.006294	.005262	.004413	.003712	.003132	.002650
11	.007000	.005684	.004634	.003791	.003113	.002566	.002121	.001759	.001464
12	.004459	.003553	.002843	.002284	.001842	.001492	.001212	.000988	.000809
13	.002840	.002220	.001744	.001376	.001090	.000867	.000693	.000555	.000447
14	.001809	.001388	.001070	.000829	.000645	.000504	.000396	.000312	.000247
15	.001152	.000867	.000656	.000499	.000382	.000293	.000226	.000175	.000136
16	.000734	.000542	.000403	.000301	.000226	.000170	.000129	.000098	.000075
17	.000467	.000339	.000247	.000181	.000134	.000099	.000074	.000055	.000042
18	.000298	.000212	.000152	.000109	.000079	.000058	.000042	.000031	.000023
19	.000190	.000132	.000093	.000066	.000047	.000033	.000024	.000017	.000013
20	.000121	.000083	.000057	.000040	.000028	.000019	.000014	.000010	.000007
21	.000077	.000052	.000035	.000024	.000016	.000011	.000008	.000006	.000004
22	.000049	.000032	.000021	.000014	.000010	.000007	.000004	.000003	.000002
23	.000031	.000020	.000013	.000009	.000006	.000004	.000003	.000002	.000001
24	.000020	.000013	.000008	.000005	.000003	.000002	.000001	.000001	.000001
25	.000013	.000008	.000005	.000003	.000002	.000001	.000001	.000001	-

Anexo 3

C o n t i n u a c i ó n

Año	84%	87%	90%	93%	96%	99%	102%	105%	108%
1	.543478	.534759	.526316	.518135	.510204	.502513	.495050	.487805	.480769
2	.295369	.285968	.277008	.268464	.260308	.252519	.245074	.237954	.231139
3	.160526	.152924	.145794	.139100	.132810	.126894	.121324	.116075	.111125
4	.087243	.081777	.076734	.072073	.067760	.063766	.060061	.056622	.053425
5	.047414	.043731	.040386	.037343	.034572	.032043	.029733	.027620	.025685
6	.025769	.023386	.021256	.019349	.017639	.016102	.014719	.013473	.012349
7	.014005	.012506	.011187	.010025	.008999	.008091	.007287	.006572	.005937
8	.007611	.006688	.005888	.005194	.004591	.004066	.003607	.003206	.002854
9	.004137	.003576	.003099	.002691	.002343	.002043	.001786	.001564	.001372
10	.002248	.001912	.001631	.001395	.001195	.001027	.000884	.000763	.000660
11	.001222	.001023	.000858	.000723	.000610	.000516	.000438	.000372	.000317
12	.000664	.000547	.000452	.000374	.000311	.000259	.000217	.000182	.000152
13	.000361	.000292	.000238	.000194	.000159	.000130	.000107	.000089	.000073
14	.000196	.000156	.000125	.000101	.000081	.000065	.000053	.000043	.000035
15	.000107	.000084	.000066	.000052	.000041	.000033	.000026	.000021	.000017
16	.000058	.000045	.000035	.000027	.000021	.000017	.000013	.000010	.000008
17	.000031	.000024	.000018	.000014	.000011	.000008	.000006	.000005	.000004
18	.000017	.000013	.000010	.000007	.000005	.000004	.000003	.000002	.000002
19	.000009	.000007	.000005	.000004	.000003	.000002	.000002	.000001	.000001
20	.000005	.000004	.000003	.000002	.000001	.000001	.000001	.000001	-
21	.000003	.000002	.000001	-	-	-	-	-	-
22	.000001	.000001	.000001	-	-	-	-	-	-
23	.000001	.000001	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 3

C o n t i n u a c i ó n

Año	111%	114%	117%	120%	123%	126%	129%	132%	135%
1	.473934	.467290	.460829	.454545	.448430	.442478	.436681	.431034	.425532
2	.224613	.218360	.212364	.206612	.201090	.195787	.190690	.185791	.181077
3	.106452	.102037	.097864	.093914	.090175	.086631	.083271	.080082	.077054
4	.050451	.047681	.045098	.042688	.040437	.038332	.036363	.034518	.032789
5	.023910	.022281	.020783	.019404	.018133	.016961	.015879	.014879	.013953
6	.011332	.010412	.009577	.008820	.008132	.007505	.006934	.006413	.005937
7	.005371	.004865	.004413	.004009	.003646	.003321	.003028	.002764	.002527
8	.002545	.002273	.002034	.001822	.001635	.001469	.001322	.001192	.001075
9	.001206	.001062	.000937	.000828	.000733	.000650	.000577	.000514	.000457
10	.000572	.000496	.000432	.000377	.000329	.000288	.000252	.000221	.000195
11	.000271	.000232	.000199	.000171	.000147	.000127	.000110	.000095	.000083
12	.000128	.000108	.000092	.000078	.000066	.000056	.000048	.000041	.000035
13	.000061	.000051	.000042	.000035	.000030	.000025	.000021	.000018	.000015
14	.000029	.000024	.000019	.000016	.000013	.000011	.000009	.000008	.000006
15	.000014	.000011	.000009	.000007	.000006	.000005	.000004	.000003	.000003
16	.000006	.000005	.000004	.000003	.000003	.000002	.000002	.000001	.000001
17	.000003	.000002	.000002	.000002	.000001	.000001	.000001	.000001	-
18	.000001	.000001	.000001	.000001	.000001	-	-	-	-
19	.000001	.000001	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Anexo 5

FACTORES DE ACTUALIZACION PARA TASAS INTERNAS DE RETORNO NEGATIVAS

Año	- 4%	- 8%	- 12%	- 16%	- 20%	- 24%	- 28%	- 32%	- 36%	- 40%
1	1.041667	1.086957	1.136364	1.190476	1.250000	1.315790	1.388889	1.470588	1.562500	1.666667
2	1.085069	1.181475	1.291322	1.417234	1.562500	1.731302	1.929012	2.162630	2.441406	2.777778
3	1.130281	1.284211	1.467412	1.687183	1.953125	2.278029	2.679184	3.180338	3.814697	4.629630
4	1.177376	1.395882	1.667513	2.008551	2.441406	2.997406	3.721089	4.676968	5.960465	7.716049
5	1.226433	1.517263	1.894906	2.391132	3.051758	3.943956	5.168179	6.877893	9.313226	12.860082
6	1.277534	1.649199	2.153297	2.846586	3.814697	5.189416	7.178026	10.114549	14.551915	21.433471
7	1.330766	1.792608	2.446929	3.388793	4.768372	6.828178	9.969480	14.874337	22.737368	35.722451
8	1.386214	1.948486	2.780601	4.034277	5.960465	8.984445	13.846501	21.874025	35.527137	59.537418
9	1.443972	2.117920	3.159774	4.802711	7.450581	11.821638	19.231251	32.167683	55.511151	99.229030
10	1.504138	2.302087	3.590652	5.717513	9.313226	15.554787	26.710071	47.305417	86.736174	165.381717
11	1.566810	2.502268	4.080286	6.806563	11.641532	20.466826	37.097320	69.566789	135.525272	275.636195
12	1.632094	2.719857	4.636689	8.103051	14.551915	26.930034	51.524056	102.304102	211.758237	459.393658
13	1.700098	2.956366	5.268964	9.646489	18.189894	35.434255	71.561189	150.447209	330.872245	765.656097
14	1.770936	3.213442	5.987460	11.483916	22.737367	46.624019	99.390540	221.245895	516.987883	1,276.093494
15	1.844725	3.492871	6.803931	13.671332	28.421709	61.347394	138.042417	325.361611	807.793567	2,126.822491

Fuente: División de Programación del Crédito Agrícola. FIRA.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

**ANALISIS ECONOMICO DE CARRETERAS
(CASO: LIBRAMIENTOS)**

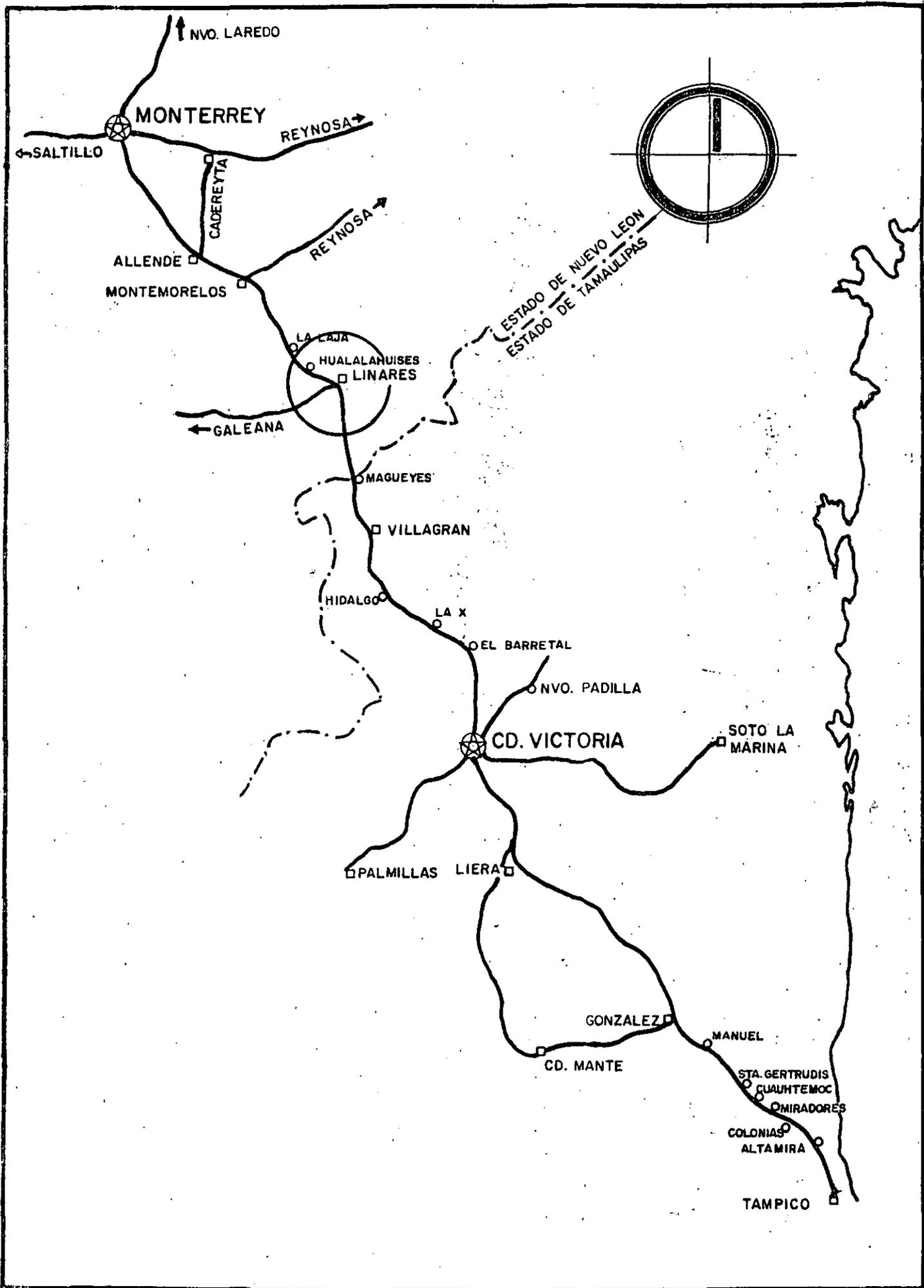
ING. SILVA MIDENCES

SEPTIEMBRE 1984

I N D I C E

págs

INTRODUCCION	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS	2
ANALISIS	3
OBJETIVOS	3
ESTUDIOS DE CAMPO	9
ESTUDIOS DE GABINETE	24
ALTERNATIVAS DE SOLUCION	29
CONCLUSIONES	31
BIBLIOGRAFIA	



ANALISIS ECONOMICO DE CARRETERAS

Silva Midences

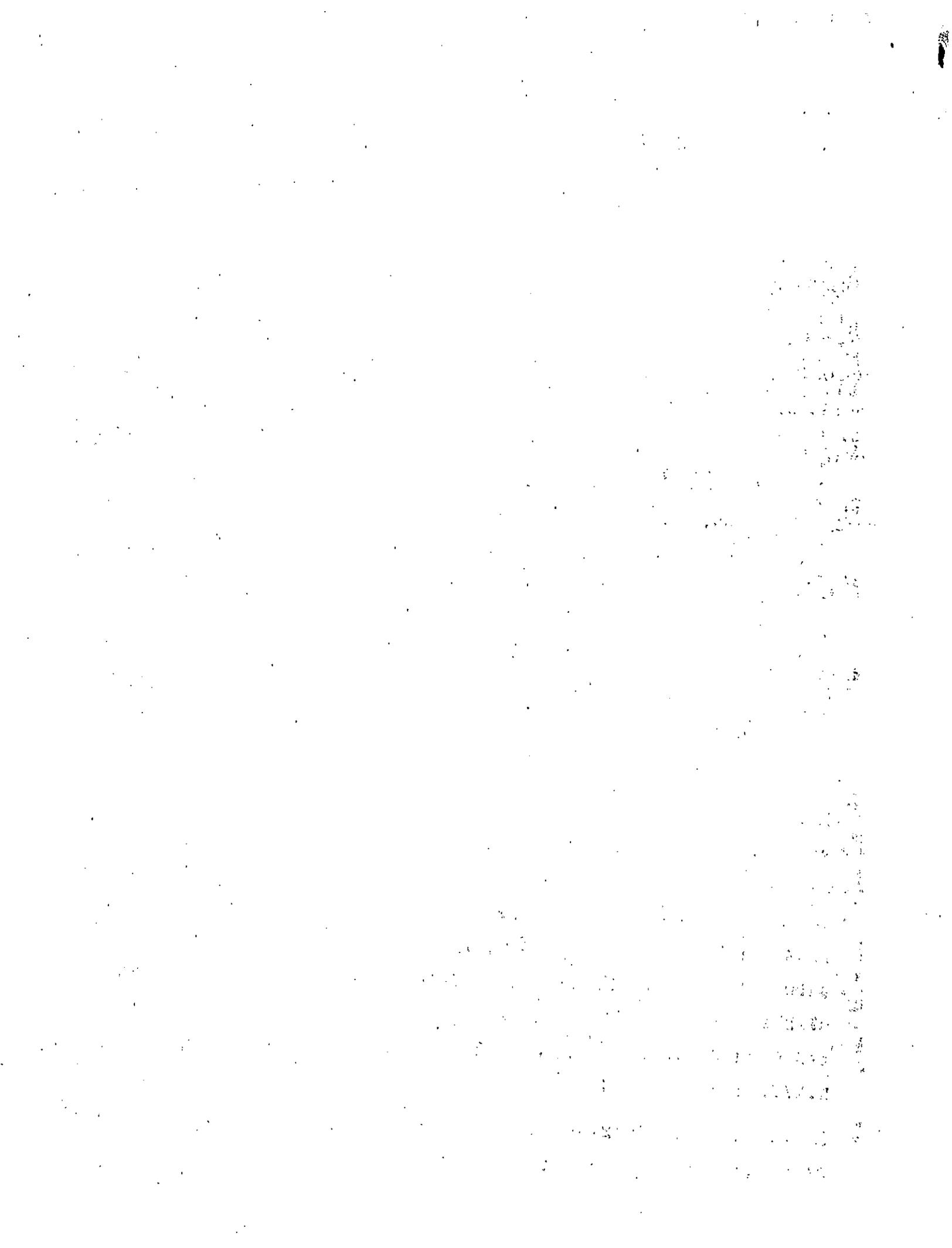
INTRODUCCION

EL MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS (1), CONSIDERA COMO PRINCIPALES LINEAMIENTOS PARA LA FORMULACION DE PROPOSICIONES LAS SIGUIENTES:

1. CONSERVAR EN BUEN ESTADO LA RED EXISTENTE, PARA ASEGURAR EL SERVICIO EFICAZ Y PERMANENTE.
2. TERMINAR, AL RITMO ADECUADO, LAS OBRAS INICIADAS, BUSCANDO LA OPORTUNA OBTENCION DE LOS BENEFICIOS PREVISTOS.
3. CONSTRUIR NUEVAS CARRETERAS QUE SIRVAN A NUCLEOS DE POBLACION ACTUALMENTE INCOMUNICADAS Y PROPICIEN LA INCORPORACION DE ZONAS CAPACES DE AUMENTAR LA PRODUCCION.
4. CONSTRUIR OBRAS QUE MEJOREN EL SISTEMA CARRETERO EN ZONAS YA COMUNICADAS, CUANDO LA DEMANDA ASI LO REQUIERA. TAL ES EL CASO DE LAS AMPLIACIONES, ACORTAMIENTOS Y AUTOPISTAS.

CON REFERENCIA A INVERSIONES EN CARRETERAS (1), LOS EFECTOS SON + DIFERENTES SEGUN EL MEDIO ECONOMICO EN QUE SE APLICAN. ES DECIR, LAS CONSECUENCIAS SERAN MUY DISTINTAS SI LA INVERSION SE REALIZA EN UNA ZONA CON CIERTO GRADO DE DESARROLLO, O EN OTRA EN LA QUE A PENAS SE INICIE UN PROCESO DE INCORPORACION A LA ECONOMIA DE MERCADO; ELLO DETERMINA QUE LA NATURALEZA DOMINANTE DE LAS CONSECUENCIAS DE INVERTIR EN CARRETERAS, DE LUGAR AL ESTABLECIMIENTO EN LAS OPERACIONES: CARRETERAS DE FUNCION SOCIAL, DE PENETRACION ECONOMICA Y PARA ZONAS EN PLENO DESARROLLO

EN EL PRESENTE TRABAJO SE PRESENTA UN ESTUDIO REALIZADO EN UNA ZONA ORIENTADA HACIA EL PLENO DESARROLLO, Y CUYA METODOLOGIA HA SI-



SO UTILIZADA CON EXITO EN LA CONSTRUCCION TANTO DE LIBRAMIENTOS, -
COMO DE PASOS A DESNIVEL, INTERSECCIONES CON FERROCARRILES E
INTERSECCIONES A NIVEL.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

EL TRANSITO DE PASO EN LA CIUDAD DE LINALES N.L., ES SUMAMENTE MO-
LESTO, DE ACUERDO A QUEJAS DE LAS AUTORIDADES DE LA POBLACION, O-
CACIONANDO EMBOTELLAMIENTOS, RUIDO, CONTAMINACION ETC. DE LO ANTE-
RIOR SE EMITE LA ORDEN DE INVESTIGAR Y REALIZAR LOS ESTUDIOS NECE-
SARIOS.

ALGUNOS CONCEPTOS BASICOS

Volumen de Tránsito. ES EL NUMERO DE VEHICULOS QUE PASAN POR UN
TRAMO DE LA CARRETERA EN UN INTERVALO DE TIEMPO DADO; LOS INTERVA-
LOS MAS USUALES SON LA HORA Y EL DIA Y SE TIENE EL TRANSITO HORA-
RIO Y EL TRANSITO DIARIO (TH y TD RESPECTIVAMENTE)

Densidad de Tránsito. ES EL NUMERO DE VEHICULOS QUE SE ENCUENTRAN
EN UNA CIERTA LONGITUD EN UN INSTANTE DADO.

Tránsito Promedio Diario. ES EL PROMEDIO DE LOS VOLUMENES DIARIOS
REGISTRADOS EN UN DETERMINADO PERIODO. LOS MAS USUALES SON EL TRAN-
SITO PROMEDIO DIARIO SEMANAL TPDS Y EL TRANSITO PROMEDIO DIARIO A-
NUAL TPDA.

Tránsito Máximo Horario. ES EL MAXIMO NUMERO DE VEHICULOS QUE PA-
SAN EN UN TRAMO DEL CAMINO DURANTE UNA HORA, PARA UN LAPSO ESTA-
BLECIDO DE OBSERVACION, NORMALMENTE UN AÑO.

Volumen Horario de Proyecto. VOLUMEN HORARIO DE TRANSITO QUE SER-
VIRA PARA DETERMINAR LAS CARACTERISTICAS GEOMETRICAS DEL CAMINO,
VHP.

Tránsito Generado. ES EL VOLUMEN DE TRANSITO QUE SE ORIGINA POR
LA CONSTRUCCION O MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA Y/O POR EL DESARRO-
LLO DE LA ZONA POR DONDE CRUZA.

Tránsito Desviado o Inducido. ES LA PARTE DEL VOLUMEN DE TRANSITO QUE CIRCULABA ANTES POR OTRA CARRETERA Y CAMBIA SU ITINERARIO PARA PASAR POR LA QUE SE CONSTRUYE O SE MEJORA.

Tipos de Libramientos. EN GENERAL, SE PUEDEN IDENTIFICAR CUATRO - TIPOS DE LIBRAMIENTOS:

1. Libramiento sencillo
2. " en forma de vía urbana rápida
3. " periférico
4. " en forma de camino rápido con acceso controlado a la ciudad.

EN LAS FIGURAS DE LAS PAGINAS SIGUIENTES SE PRESENTAN ESQUEMATICAMENTE DICHOS TIPOS GENERALES DE LIBRAMIENTOS.

ANALISIS

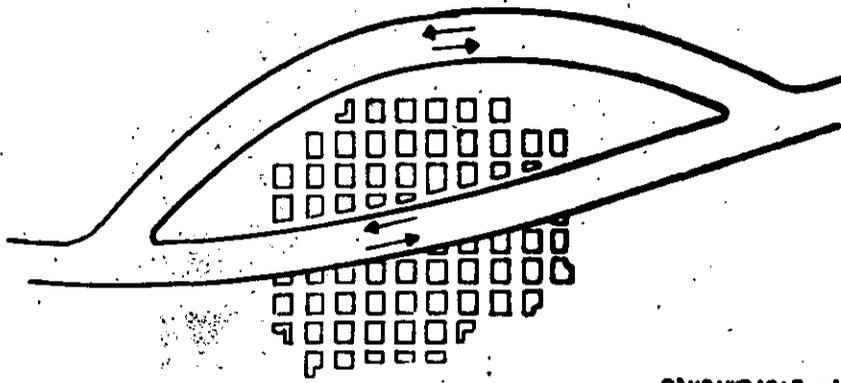
EN ESTE APARTADO SE CONTEMPLA TANTO LOS ESTUDIOS DE CAMPO COMO LOS DE GABINETE, SIN EMBARGO, PREVIO A LA VISITA DE CAMPO, SE TIENE LO SIGUIENTE:

LA CIUDAD DE LINARES N.L., DE 49,621 Hab., (1970), SE LOCALIZA EN EL KM 153 DE LA CARRETERA Cd. VICTORIA-MONTERREY, SIENDO SUS COORDENADAS, LAT. NORTE 24° 51' 39" Y LONG. OESTE 99° 34' 05", CON RESPECTO AL MERIDIANO DE GREENWICH, Y SU ALTURA DE 684 S.N.M. ASI TAMBIEN CABE MENCIONAR QUE LA CIUDAD INDUSTRIAL DE LINARES SE UBICA A LA ALTURA DEL Km 155+600 DEL MISMO TRAMO CARRETERO, DE ACUERDO AL CROQUIS PRESENTADO AL PRINCIPIO DE ESTE DOCUMENTO.

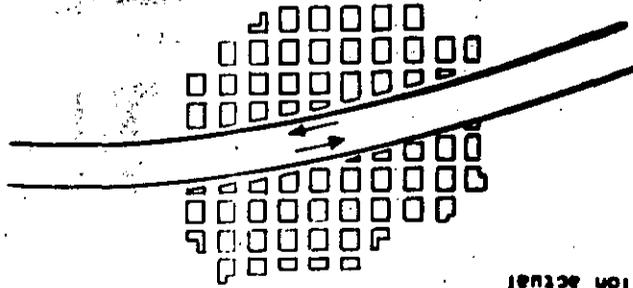
Objetivos:

- a) PROPORCIONAR UNA RUTA EFICIENTE AL TRANSITO DE PASO.
- b) COMUNICAR EN FORMA EXPEDITA A LA CD. INDUSTRIAL CON LOS TRAMOS CARRETEROS, TANTO EN DIRECCION A MONTERREY COMO A CD. VICTORIA
- c) CONSIDERAR EL DESARROLLO URBANO.

LIBRAMIENTO SENCILLO

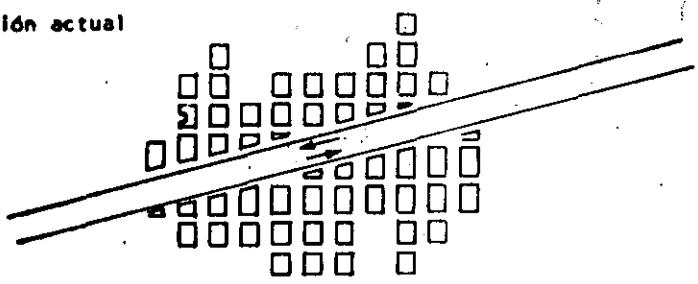


b.- Libramiento

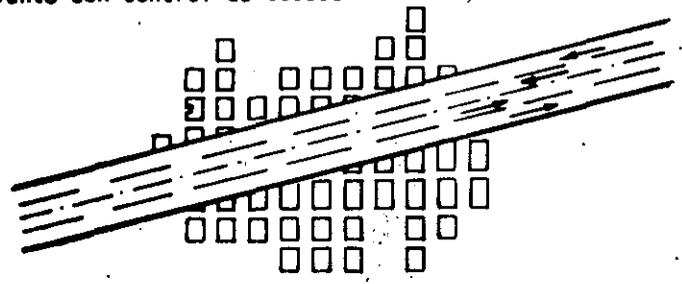


a.- Situacion actual

a.- Situación actual

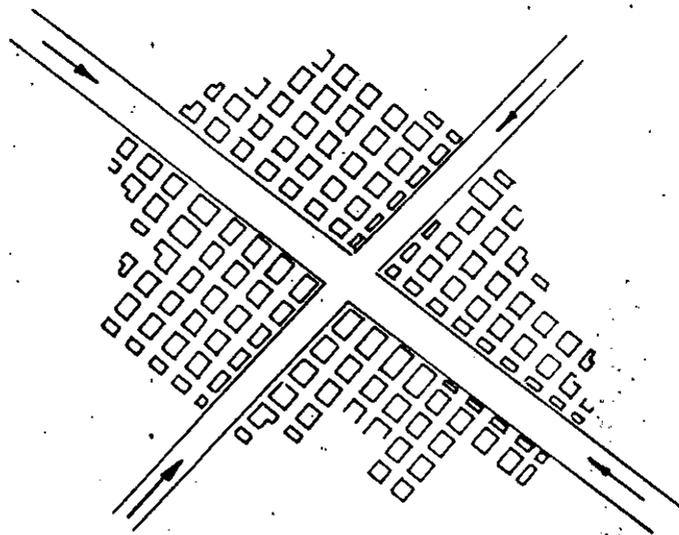


b.- Libramiento con control de acceso

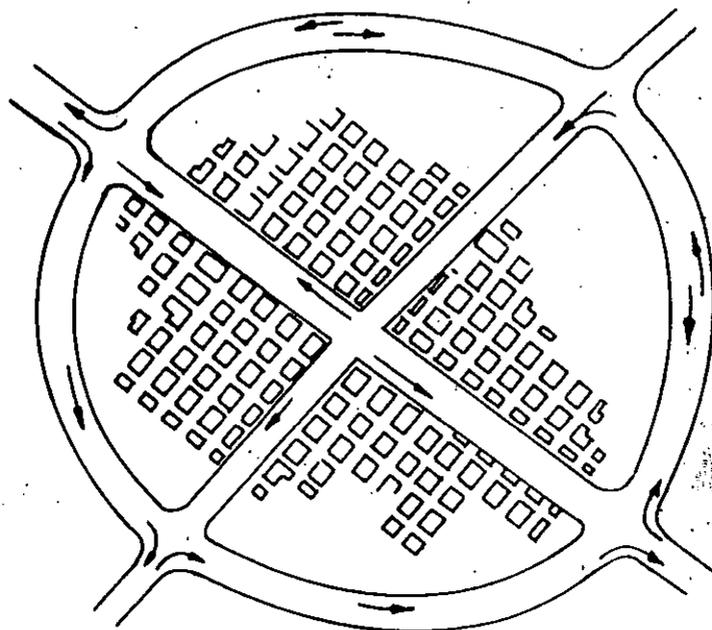


LIBRAMIENTO CON FORMA DE VIA URBANA RAPIDA.

a.- Situación actual .

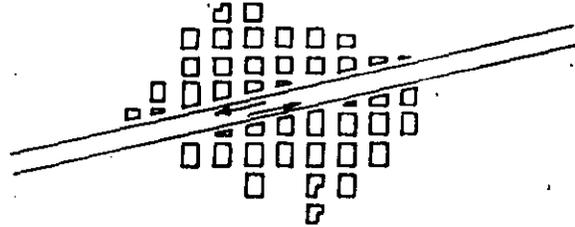


b.- Libramiento

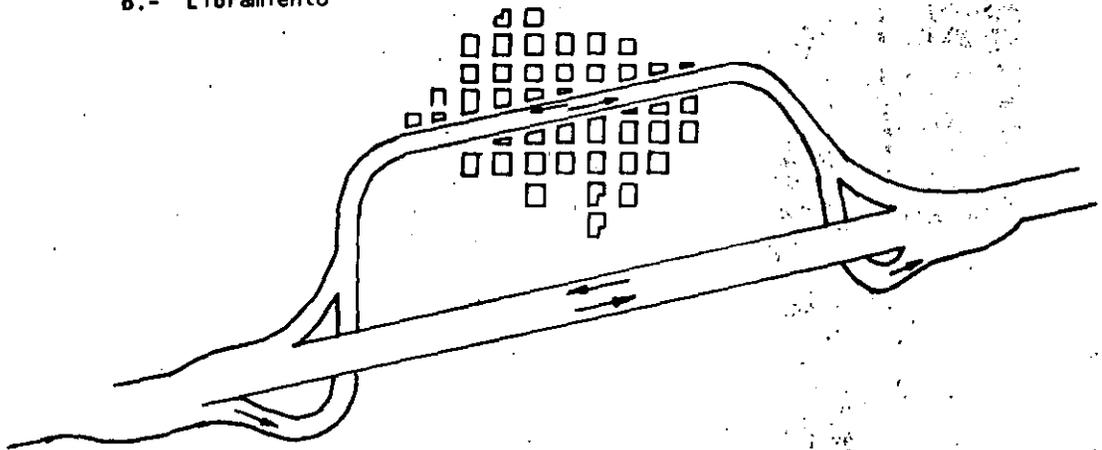


PERIFERICO

a.- Situación actual

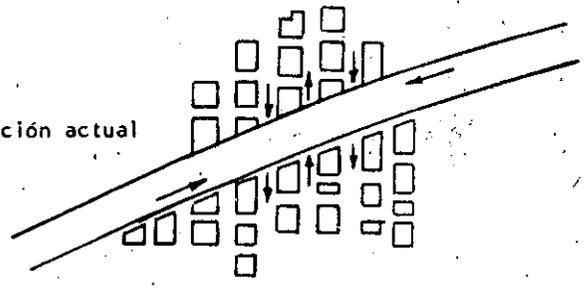


b.- Libramiento

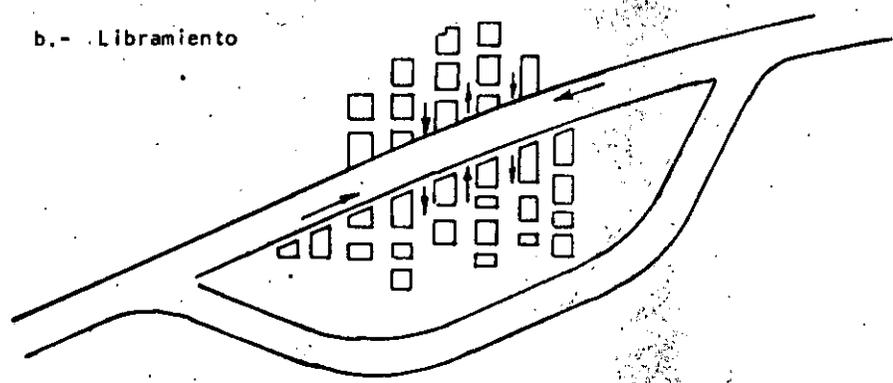


LIBRAMIENTO EN FORMA DE CAMINO RAPIDO CON ACCESO CONTROLADO A LA CIUDAD.

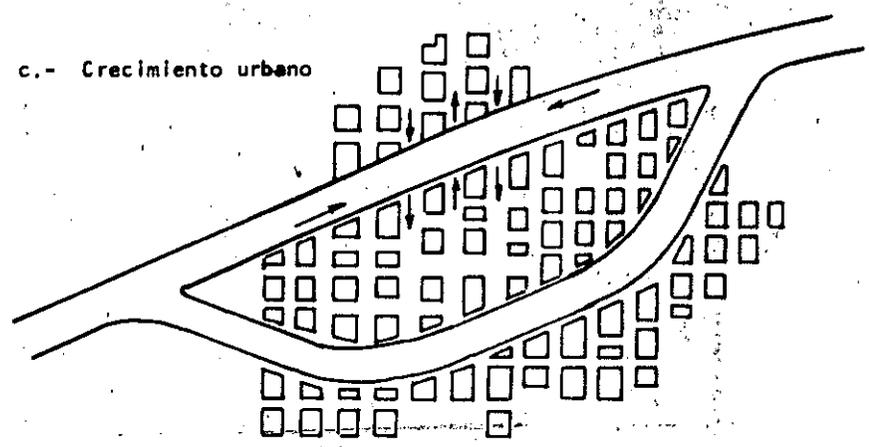
a.- Situación actual



b.- Libramiento



c.- Crecimiento urbano



DESARROLLO URBANO Y NECESIDAD DEL CONTROL DE ACCESO EN LOS LIBRAMIENTOS.

ESTUDIOS DE CAMPO.

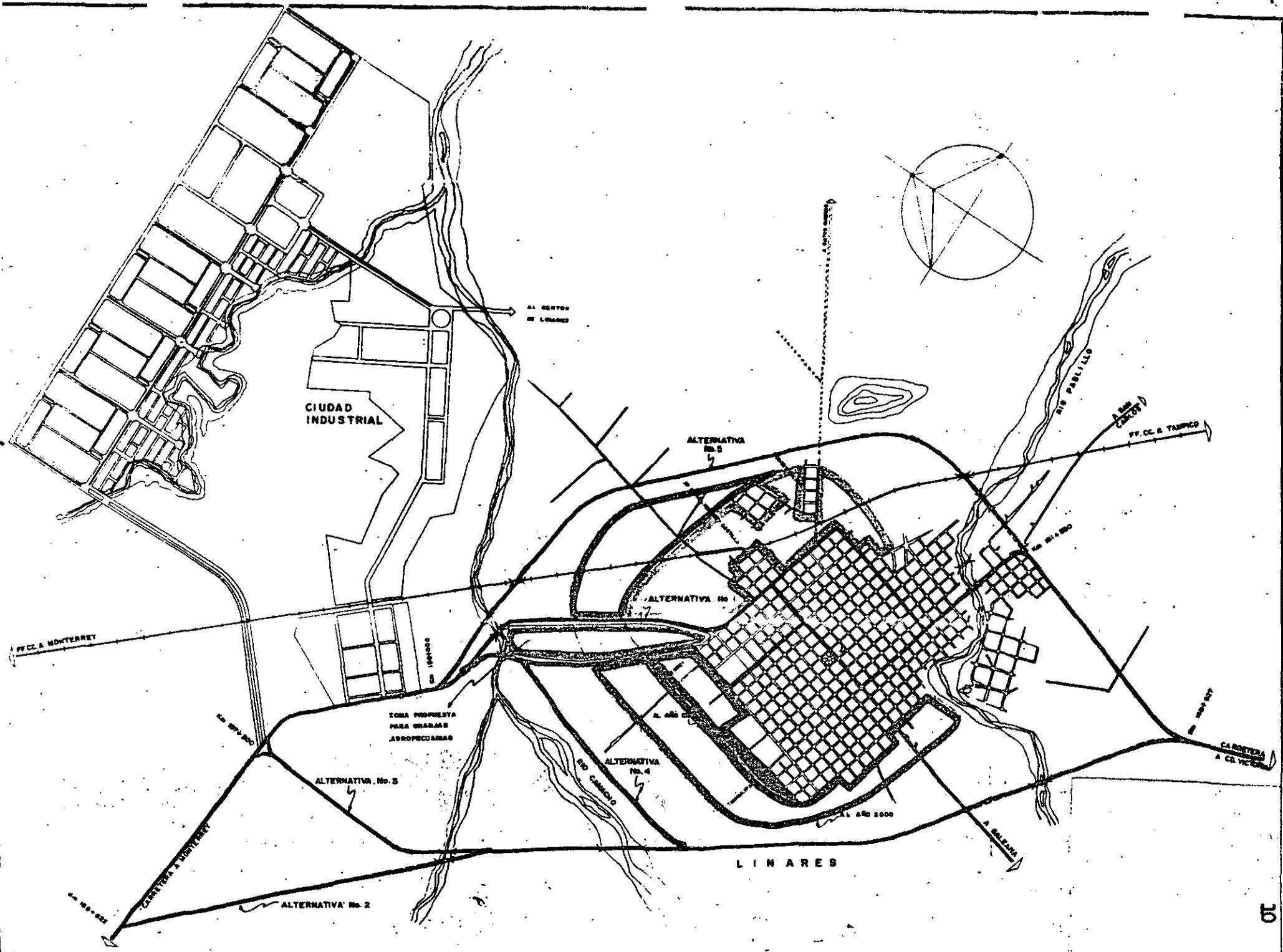
SE PROCEDIO AL RECORRIDO DE LA POBLACION ASI COMO ZONAS ALEDAÑAS OBTENIENDOSE LO SIGUIENTE:

- a. TIEMPOS PROMEDIO DE RECORRIDO EMPLEADOS PARA CRUZAR ESA POBLACION.
- b. LONGITUDES Y CARACTERISTICAS GEOMETRICAS
- c. FOTOGRAFIAS DE SU ESTADO ACTUAL
- d. VIALIDAD
- e. EQUIPAMIENTO URBANO
- f. CARACTERISTICAS TOPOGRAFICAS EN LAS ZONAS ALEDAÑAS
- g. USO ACTUAL DE LA TIERRA

EN LAS PAGINAS SIGUIENTES SE PRESENTAN LAS FOTOGRAFIAS CORRESPONDIENTES QUE ILUSTRAN LA PROBLEMATICA BAJO ESTUDIO, PERO ANTES DE ELLO, EL CROQUIS GENERAL Y ALTERNATIVAS DE SOLUCION, QUE EMERGIERON DURANTE LA VISITA.

Ruta Actual. AUXILIANDOSE CON EL CROQUIS MENCIONADO ANTERIORMENTE Y FOTOGRAFIAS CORRESPONDIENTES, A CONTINUACION SE ENUMERA EN FORMA SUSCINTA LO SIGUIENTE:

- 1) VIALIDAD: TODAS LAS CALLES SON DE DOBLE SENTIDO, PERO EXISTEN RESTRICCIONES EN CUANTO A LA CIRCULACION DE VEHICULOS PESADOS. LO ANTERIOR SE DESCRIBE EN LA PRESENTACION DEL CROQUIS MENCIONADO.
- 2) CARACTERISTICAS GEOMETRICAS: EXISTEN DOS PUENTES EN EL TRAMO CARRETERO CD. VICTORIA-MONTERREY, UNO EN CADA ACCESO A LA CIUDAD Y CUYO ANCHO DE SUPERFICIE DE RODAMIENTO ES DE 5.2 m POR LO QUE SE ENCUENTRA RESTRINGIDA LA CIRCULACION A UN SOLO CARRIL. EN TERMINOS GENERALES LAS CONDICIONES DE TRANSITABILIDAD SON PESIMAS Y EN CAMBIOS DE DIRECCION LOS VEHICULOS PESADOS DE TRES O MAS EJES SE VEN OBLIGADOS A EFECTUAR MANIOBRAS MULTIPLES CON LOS EMBOTELLAMIENTOS CONSIGUIENTES DURANTE SU PASO POR LA CIUDAD.



CIUDAD INDUSTRIAL

AL CENTRO DE LINARES

ALTERNATIVA No. 5

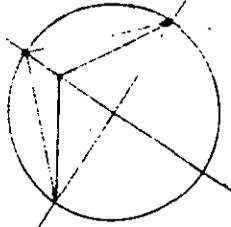
ALTERNATIVA No. 1

ZONA PROYECTADA PARA GRANDES APROVECHAMIENTOS

ALTERNATIVA No. 2

ALTERNATIVA No. 4

LINARES



RIO PABILLON

FF.CC. A TAMICO

FF.CC. A MONTERREY

CARRETERA A CUERNAVERTE

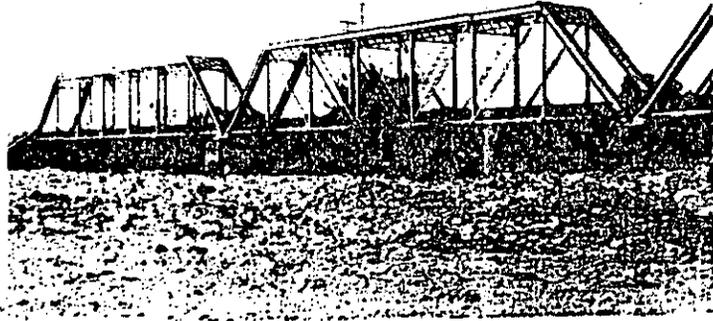


Foto No. 1 Puente del F.F.C.C. México-Nuevo Laredo sobre el Río Pabillo. Indebidamente se usa este lugar como tiradero de basura de la ciudad.



Foto No. 2 Rastro Municipal de la ciudad de Linares, Nuevo León.

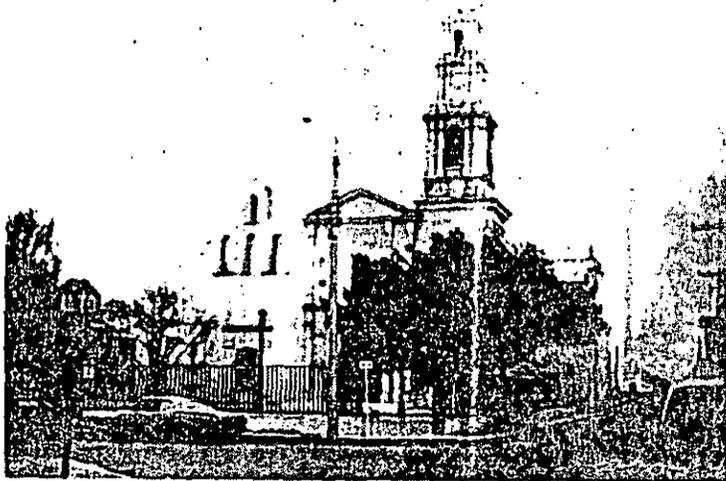


Foto No. 3 Catedral de Linares, N. L.

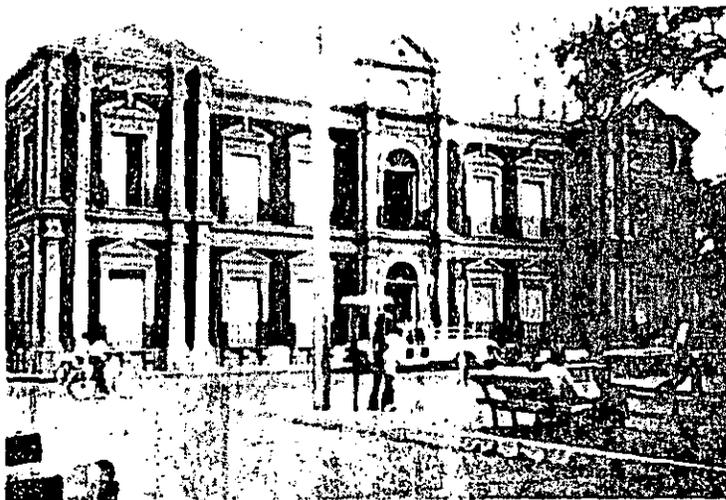


Foto No. 4 Palacio Municipal de Linares, N. L. Visto desde la Plaza Central.

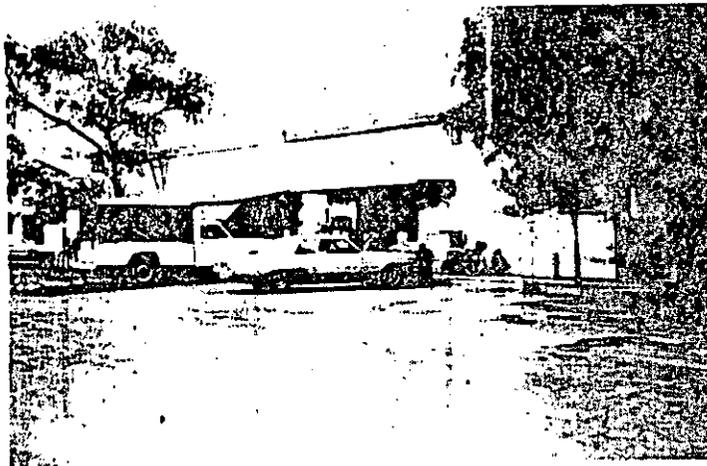


Foto No. 5 Mercado Municipal de Linares. El mercado Zaragoza es de las obras municipales que requieren ser incluidas en la remodelación de la ciudad.



Foto No. 6 Mercado Zaragoza. Otra vista del Mercado Municipal. En la esquina norte de la misma manzana, - está situada la terminal de Autobuses Tamaulipas.



Foto No. 7 --Crucero tipo en la zona comercial de Linares. Un sentido de circulación en las calles principales.



Foto No. 8 Crucero de las calles B. Juárez y Allende Terminal de los autobuses Tamaulipas.

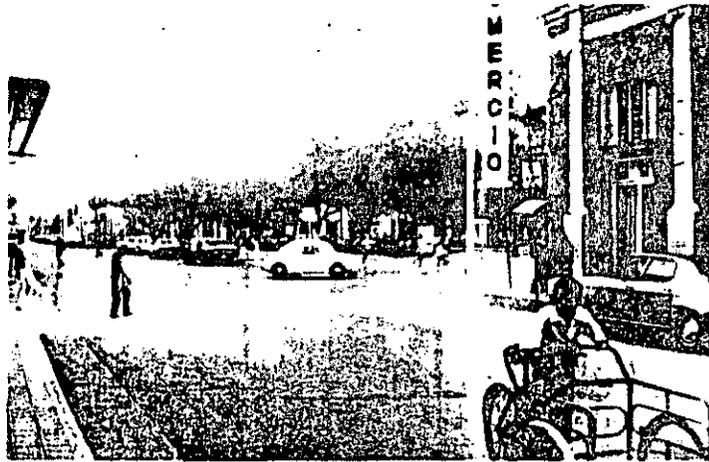


Foto No. 9 Crucero de las Calles Hidalgo y Juárez. - Plaza principal de Linares.



Foto No. 10 Calle Hidalgo. Doble sentido de circulación del tránsito. Zona comercial de Linares.

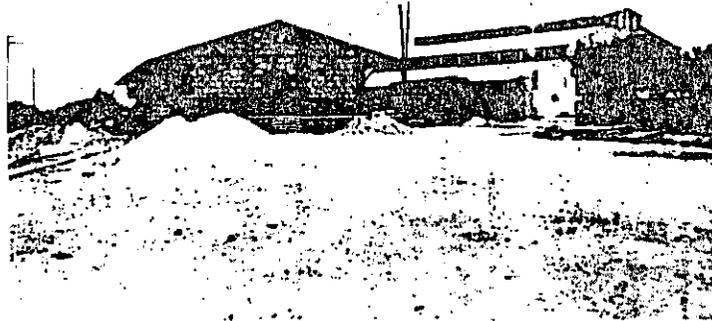


Foto No. 11 Estación del F.F.C.C. México - Nuevo Laredo. Estación de carga en Linares.



Foto No. 12 Estación de pasajeros del F.F.C.C. México - Nuevo Laredo, en Linares, N. L.



Foto No. 13 Entrada a Linares en dirección Cd. Victoria -Monterrey, el ancho de superficie de rodamiento en el puente es 5.20 m. por lo que solo se permite un solo carril de circulación.

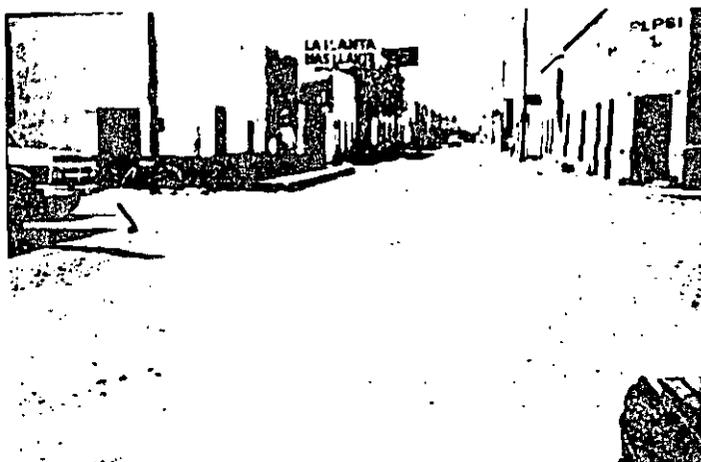


Foto No. 14 Calle TAMAUlipás.- Ancho de arroyo 7 m. Nótese el estado actual del pavimento. No hay señales informativas para la circulación del tránsito.



Foto No. 15 Calle Constitución. Por esta calle circulan los vehículos pesados. Ancho del arroyo 9 m. Se aprecia el estado de la superficie de rodamiento.



Foto No. 16 Calle Constitución. Mismas condiciones que la foto anterior.



Foto No. 17 Calle Constitución. Mismas condiciones de la foto anterior.



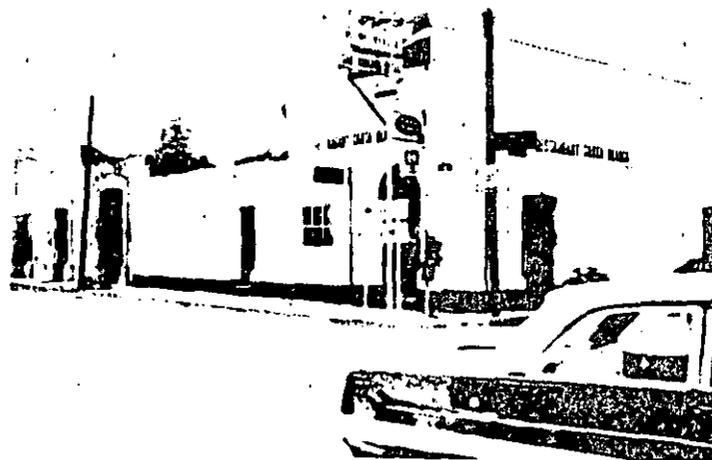
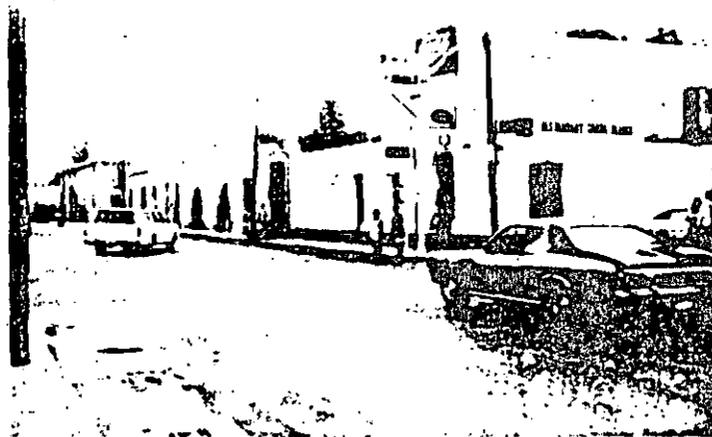
Foto No. 18 Calle Monterrey. Vía de circulación de los vehículos pesados, ancho entre guarniciones 14 m.



Foto No. 19 Calle Monterrey esquina con calle Hidalgo.
Se uhen los tránsitos pesado y ligero.



Foto No. 20 Calle Hidalgo vista desde la calle Monterrey.
Al fondo la zona comercial de Linares.



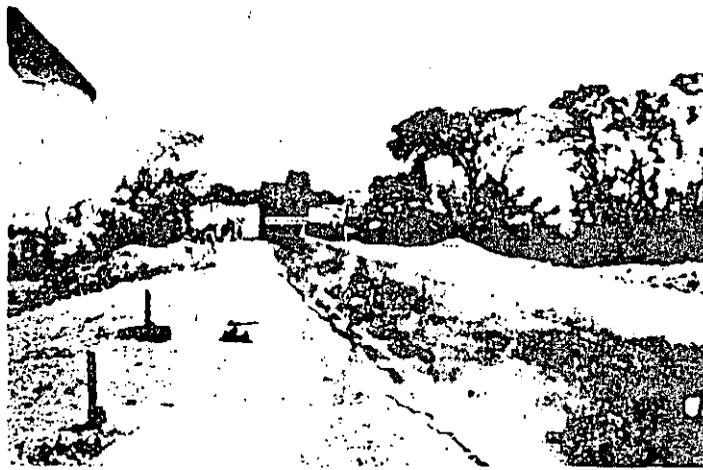




Foto No. 25 Crucero de las calles Tamaulipas e Hidalgo. Visto desde la calle Tamaulipas a la izquierda a San Roberto, a la derecha a Monterrey, atrás a México.

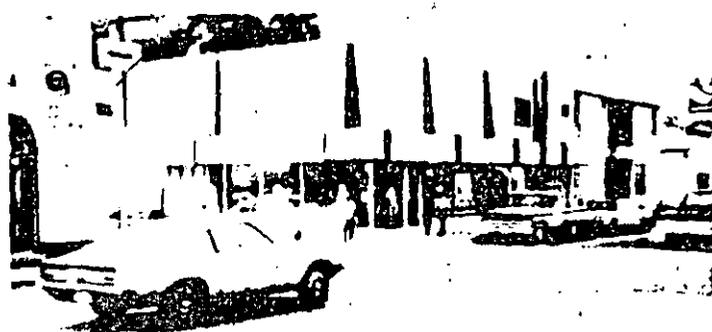


Foto No. 26 Crucero de las calles Tamaulipas e Hidalgo. Obsérvese los vehículos estacionados. En estas vías únicamente transitan vehículos ligeros.

ESTUDIOS DE GABINETE

Desarrollo Urbano: ESTA POBLACION SE ENCUENTRA LIMITADA EN SU DESARROLLO URBANO, POR BARRERAS NATURALES COMO SON: AL SURESTE POR EL RIO PABLILLO Y AL NOROESTE POR EL RIO CAMACHO, POR LO QUE, COMO PUEDE APRECIARSE EN EL CROQUIS RESPECTIVO, LA MANCHA URBANA SOLO PUEDE EXTENDERSE EN FORMA NATURAL, HACIA EL NOROESTE ASI COMO AL SUROESTE.

TOMANDO COMO BASE LOS CENSOS DE POBLACION Y DE ACUERDO AL ANALISIS Y SELECCION DE DIFERENTES MODELOS DE CRECIMIENTO SE OBTUVO LO SIGUIENTE:

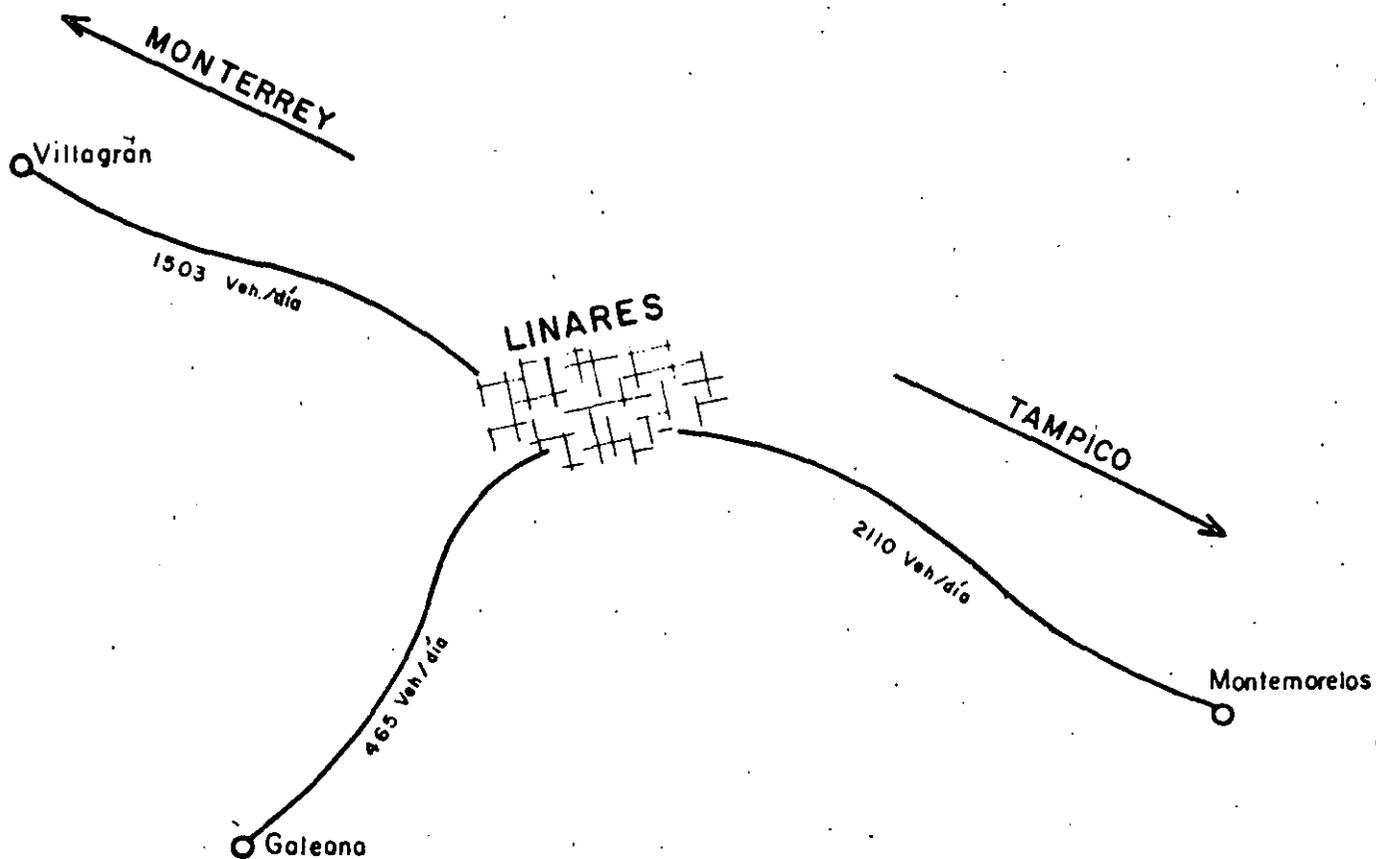
- a. Se estima que para el año 2000, la ciudad de Linares tendrá una población de 100 000 hab.
- b. Su densidad neta futura será igual a la actual
- c. Se tendrá una extensión igual al doble de la presente
- d. Tomando en consideración la interacción urbana entre Linares y su ciudad industrial, es de suponer que el desarrollo urbano se extenderá preponderantemente hacia el noreste de Linares y en grado menor hacia el sureste.

Volúmenes de Tránsito: DE LOS DATOS OBTENIDOS DE LAS ESTACIONES DE AFORO LOCALIZADAS EN LOS TRAMOS CARRETEROS QUE CONFLUYEN EN LA CIUDAD DE LINARES, PREVIAMENTE PROCESADOS Y MANIPULADOS SE TIENE LO SIGUIENTE (ver además, croquis de la página siguiente):

- a) Tramo Villagrán-Linares: $TPDA_{1973} = 1503 \text{ veh/día}$
- b) Tramo Linares-Montemorelos: $TPDA_{1973} = 2110 \text{ veh/día}$
- c) Tramo Linares-T a Galeana: $TPDA_{1973} = 465 \text{ veh/día}$

CABE HACER LA OBSERVACION DE QUE EN LA COMPOSICION DEL TRANSITO DESTACAN PRINCIPALMENTE LOS VEHICULOS PESADOS (40, 41 y 62% RESPECTIVAMENTE

VOLUMENES DE TRANSITO TPDA 1973



DEL ESTUDIO DE ORIGEN Y DESTINO No. 81 PUBLICADO POR LA Ex-SECRETARIA DE OBRAS PUBLICAS, SE CALCULO EN BASE A LAS DIFERENTES RUTAS, LOS VOLUMENES DE TRANSITO DE PASO QUE A CONTINUACION SE MUESTRAN, TANTO EN FORMA TABULAR COMO GRAFICADA EN LA PAGINA SIGUIENTE:

	Composición		
	A%	B%	C%
Villagrán-Montemorelos = 775 veh/día	44	14	42
T. Galeana-Montemorelos = 70 "	41	17	42
T. Galeana-Villagrán = 0 "	0	0	0

Relación Beneficio Costo: PARA LOS CALCULOS CORRESPONDIENTES SE TIENE QUE:

$$B/C = \frac{-(U_p - U_B) - (K_p - K_B)}{(I_p - I_B)(f.r.c, i, n)}$$

EN LA QUE:

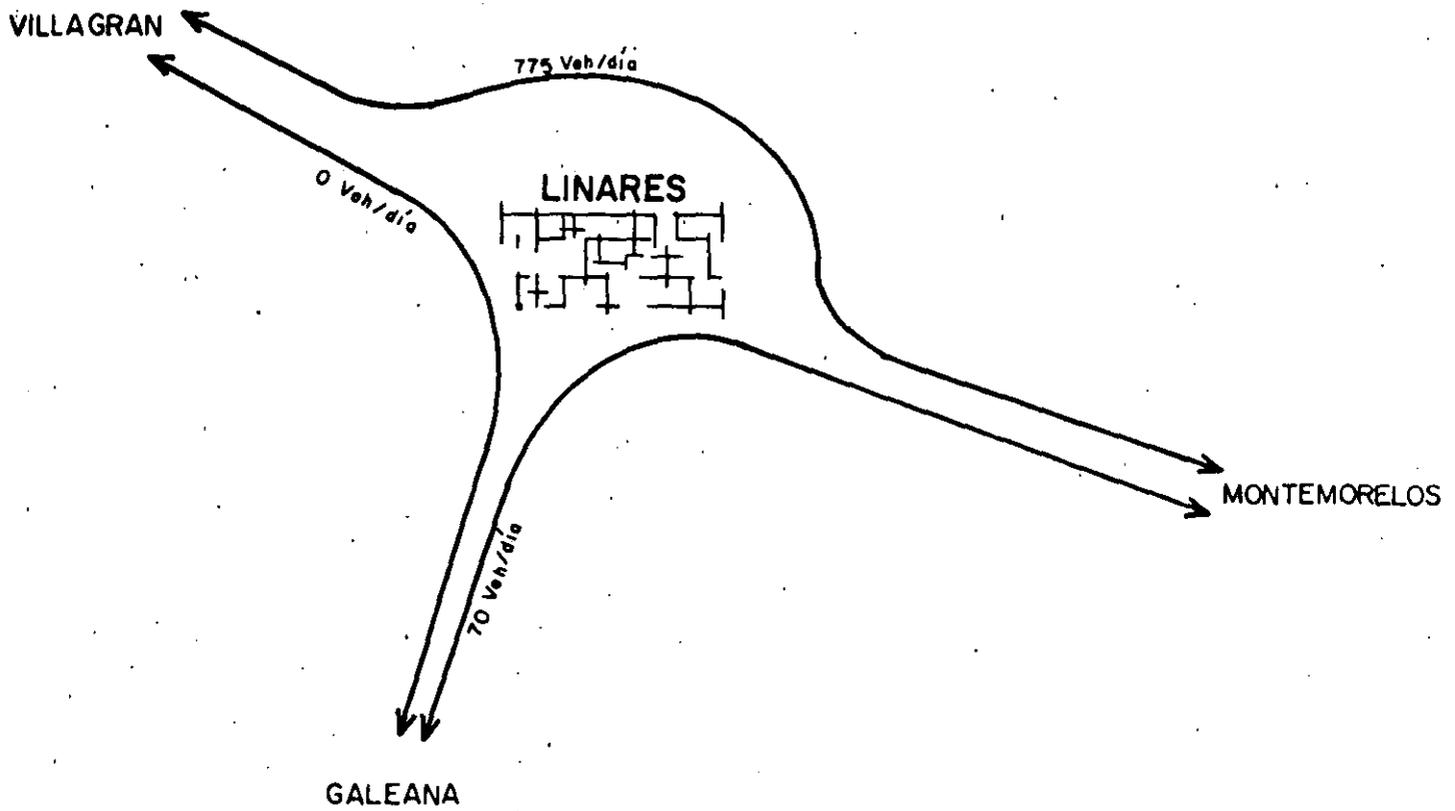
B/C RELACION BENEFICIO COSTO

- U** COSTO UNIFORME ANUAL DE LOS USUARIOS DEL CAMINO, INCLUYENDO VALOR DEL TIEMPO DE RECORRIDO Y DE ACCIDENTES CUANDO ASI SE ESPECIFICA.
- K** EROGACION ANUAL TOTAL POR CONSERVACION DE LA RUTA
- I** INVERSION INICIAL O INVERSION EQUIVALENTE AL AÑO CERO, INCLUYENDO DESCUENTO DE INVERSIONES SUBSECUENTES AL AÑO CERO.
- B y P** SUBINDICES QUE INDICAN LA ALTERNATIVA BASE (SITUACION EXISTENTE) Y LA ALTERNATIVA PROPUESTA, RESPECTIVAMENTE.
- f.r.c.** FACTOR DE RECUPERACION DEL CAPITAL
- n** NUMERO DE AÑOS ESTIMADO COMO DURACION DEL MEJORAMIENTO
- i** TASA DE INTERES ANUAL

ASIMISMO, EL CALCULO DE LA RELACION BENEFICIO COSTO REQUIERE QUE TENGA LA SIGUIENTE INFORMACION:

- T** Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)
- L** Longitud del tramo por analizar
- M** Costo anual de mantenimiento

TRANSITO DE PASO 1973



- A Costo anual de los accidentes
- D " " " las demoras
- U_t " unitario de tracción (\$/km)
- U_d " " " tiempo (\$/hr)

t Incremento anual del tránsito

GUS ó EUS Series uniformes de gradiente (ó exponenciales) para determinar el costo uniforme anual en función de la hipótesis de crecimiento del tránsito

$$E_t^{US} = \frac{\frac{(1+t)^{n+1}}{(1+i)^{n+1}} - 1}{\frac{1+t}{1+i} - 1} \cdot \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Factor para convertir un crecimiento exponencial a series uniformes equivalentes.

$$GUS = \left(\frac{(1+i)^{n+1} - 1}{i} - (n+1) \right) \left(\frac{1}{(1+i)^n - 1} \right)$$

Factor para convertir una gradiente aritmética a series uniformes equivalentes

$$G_t^{US} = 1 + GUS(t); \quad (t = \text{incremento anual del tránsito en decimal})$$

$$U = (\text{Costo por tracción} + \text{Costo por demora} + \text{Costo por accidentes}) E_t^{US} \quad \text{ó} \quad GUS$$

$$K = M(L)GUS \quad \text{ó} \quad E_t^{US}$$

A CONTINUACION SE ANALIZARAN LOS COSTOS DE LOS USUARIOS Y CONSERVACION DE LA RUTA ACTUAL Y EN LA QUE SE TIENEN LOS SIGUIENTES DATOS:

$$L_1 = 6.1 \text{ km} \quad (\text{ruta actual})$$

$$T_1' = 0.182 \text{ hr} \quad (\text{tiempo de recorrido, ruta actual})$$

$$U_t = 0.517 \text{ \$/km}$$

$$U_d = 21.028 \text{ \$/hr}$$

$$M = 10,000 \text{ \$/km}$$

$$n = 15 \text{ años}$$

$$i = 6\%$$

$$t = 10\%$$

$$E_t US = 2.1038$$

Incremento anual de conservación: 5%

$$GUS = 1.346298$$

DE LO ANTERIOR SE TIENE:

$$\begin{aligned} \text{Costo por tracción} &= 365(TPDA)L_1(U_t) = 365(775)6.10(0.517) = \\ &= \$ 892,102.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo por demora} &= 365(TPDA)T_1'(U_d) = 365(775)0.182(21.028) \\ &= \$ 1'082,589.78 \end{aligned}$$

COSTO POR ACCIDENTES: NO SE TIENEN DATOS

$$\text{POR LO TANTO: } \underline{U_B = \$ 4'154,358.42}$$

$$K_B = M(L_B)GUS = \$10,000/\text{km}(3.17 \text{ km})1.346298 = \underline{\$ 42,677.64}$$

Alternativas de solución:

A) ALTERNATIVA No. 1 (pavimentación urbana) TOMANDO EN CUENTA LOS CUELLOS DE BOTELLA EXISTENTES EN LA RUTA ACTUAL, ES RAZONABLE PENSAR EN CONSTRUIR PUENTES PARALELOS A LOS ACTUALES, ASI COMO UNA PAVIMENTACION Y VIALIDAD URBANA ADECUADA.

LO ANTERIOR HACE SUPONER QUE SE RESOLVERIA NO SOLO EL PROBLEMA DEL TRANSITO DE PASO, SINO TAMBIEN EL LOCAL, PERO TOMANDO EN CUENTA LOS OBJETIVOS DEFINIDOS ANTERIORMENTE, SE DESECHA ESTA ALTERNATIVA.

B) ALTERNATIVA No. 2. COMO PUEDE OBSERVARSE EN EL CROQUIS DE ALTERNATIVAS, COMO VENTAJAS TIENE EL DE COMUNICAR LOS TRES TRAMOS CARRETEROS QUE CONFLUYEN EN LINARES, PERO NO TOMA EN CUENTA LAS NECESIDADES DE COMUNICACION DE LA CIUDAD INDUSTRIAL, ASI COMO EL AL

TO COSTO DE LA OBRA \$ 25'000,000.00 POR LO QUE ANALIZARAN LAS SIGUIENTES ALTERNATIVAS.

C) ALTERNATIVA No. 3. (variante de la Alternativa No. 2) TIENE COMO VENTAJAS EL QUE SE COMUNICARIAN LOS TRES TRAMOS CARRETEROS Y EL QUE PERMITIRIA LA COMUNICACION DE LA CIUDAD INDUSTRIA, PERO SU ALTO COSTO, \$ 23'000,000.00 OBLIGA A PENSAR EN OTRAS ALTERNATIVAS ACORDES A LAS NECESIDADES VIGENTES, PERO MAS VIABLES ECONOMICAMENTE HABLANDO.

D) ALTERNATIVA No. 4. TOMANDO EN CONSIDERACION LA EXPANSION URBANA HACIA EL NOROESTE, LA LOCALIZACION DEL TRAZO CARRETERO SERIA SIGUIENDO LOS LIMITES FISICOS Y EL NORMAL DEL DESARROLLO URBANO ESTIMADO PARA EL AÑO 2000, PARA LO CUAL, PARTIENDO DEL Km. 149+297, SE DESARROLLARIA EL LIBRAMIENTO HACIA EL OESTE DE LINARES Y DESPUES HACIA EL NORTE, PARALELO Y SIN CRUZAR EL RIO CAMACHO. HACIENDO LOS CALCULOS CORRESPONDIENTES:

DATOS:

$$L = 5.2 \text{ km}$$

$$f.r.c. 6\% - 15 = 0.1030$$

$$T_4' = 0.0866 \text{ hr}$$

$$I_{p5} = \$16'000,000.00$$

$$\text{Costo por tracción: } 365(775)5.2(0.517) = \$ 760,481.15$$

$$\text{" " demora : } 365(775)0.0866(21.028) = \$ 515,122.39$$

" " accidentes: Se considera que será igual al que tiene la ruta actual, por lo que no se considerará dentro del análisis.

$$\text{DE LO ANTERIOR: } U_{p4} = \$ 2'683,614.73$$

$$K_{p4} = 10,000(5.2)1.346298 = \$ 70,007.50$$

$$I_{p4} = \$16'000,000.00(f.r.c. - 6\% - 15) = \$ 1'648,000.00$$

RUTA ACTUAL vs ALTERNATIVA No. 4

$$B/C = \frac{-(2'683,614.73 - 4'154,358.42) - (70,007.50 - 42,677.64)}{1'648,000.00}$$

$$= 0.875$$

B) ALTERNATIVA No. 5 ESTA ALTERNATIVA, AL IGUAL QUE LA ANTERIOR, CUMPLE CON LOS REQUISITOS PLANTEADOS ANTERIORMENTE, PERO TOMANDO EN CUENTA EL DESARROLLO URBANO DE LINARES HACIA LA CIUDAD INDUSTRIAL. SE DEJA AL LECTOR LOS CALCULOS CORRESPONDIENTES, CON LOS SIGUIENTES DATOS:

$$L = 4.5 \text{ km}$$

$$T_5 = 0.075 \text{ hr}$$

$$I_{p5} = \$ 14'000,000.00$$

CONCLUSIONES

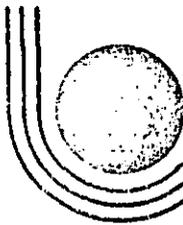
LO ANTERIOR NOS ILUSTRAS EL HECHO DE QUE EL ANALISIS ECONOMICO NO SE SUSTENTA UNICAMENTE EN EL PROCEDIMIENTO MATEMATICO, SINO QUE QUE ES NECESARIO, EN LO POSIBLE, UNA MAYOR COMPENETRACION EN EL PROBLEMA FORMULADO, RESTRICCIONES QUE PUEDEN ANULAR ALTERNATIVAS VIABLES, PRODUCTO DEL CONTEXTO EN QUE SE UBICA LA PROBLEMÁTICA SON NECESARIAS PARA ORIENTAR AL RESPONSABLE DEL ESTUDIO EN CUESTION.

BIBLIOGRAFIA

Winfrey, Robley ECONOMIC ANALYSIS FOR HIGHWAYS
International Texbook Co. 1969

Secretaría de Obras Públicas MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS México, 1971

Diversos textos de INGENIERIA DE TRANSITO.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

TOMA DE DECISIONES BAJO MULTIPLES OBJETIVOS:

UNA CRITICA DEL ESTADO DEL ARTE

Dr. Jorge Díaz Padilla

10 SEPTIEMBRE, 1984

TOMA DE DECISIONES BAJO MULTIPLES OBJETIVOS:
UNA CRITICA DEL ESTADO DEL ARTE

Jorge Díaz Padilla

RESUMEN

Se hace la descripción de un modelo de decisiones públicas bajo objetivos múltiples y condiciones de incertidumbre, identificándose sus principales componentes (decisores, objetivos, atributos, preferencias, riesgo e incertidumbre), y discutiéndose sus interrelaciones.

En seguida se discuten las técnicas disponibles para definir y modelar los componentes del problema, estableciéndose sus alcances y limitaciones, y concluyéndose sobre la clase de problemas que es factible resolver con dichas herramientas.

Finalmente, se establece que para el caso de un decisor, o de un grupo "homogéneo" de decisores, es posible definir una función de utilidades multidimensional sobre un conjunto de atributos y emplear dicha función en el proceso de toma de decisiones bajo objetivos múltiples. Sin embargo, también se concluye que la agregación de varias funciones de utilidad del tipo anterior no redundan en un modelo válido para representar el comportamiento de grupos de decisores en conflicto, y que por lo tanto, en este caso, es necesario recurrir a un proceso político para realizar negociaciones y finalmente llegar a una solución.

DEFINICION DEL PROBLEMA.

1.1 INTRODUCCION

En este trabajo se entenderá por *Toma de Decisiones* el proceso de análisis, síntesis y selección de cursos de acción (alternativas) desde un punto de vista *prescriptivo*. Por otra parte, la discusión se centra en la toma de *decisiones públicas*, bajo condiciones de incertidumbre y en un contexto de objetivos múltiples.

El carácter público que define a los problemas de interés se refiere a considerar aquellas alternativas cuya implantación podría afectar, de alguna manera, a diferentes grupos o sectores de la población (presentes o futuros). Es decir, el "círculo de clientes" se alarga de manera importante, y comprende a todas aquellas personas que se verían afectadas (positiva o negativamente) con la selección y puesta en marcha de alguno de los cursos de acción contendientes, y que tienen derecho a participar en el proceso decisonal, cuando menos a nivel de que sus opiniones y puntos de vista sean tomados en cuenta.

Las alternativas consideradas generan consecuencias inciertas y de naturaleza distinta, las cuales permitirán definir su efectividad para maximizar un conjunto de objetivos en conflicto. Finalmente, es importante enfatizar el

hecho de que en las discusiones que siguen se adopta un enfoque netamente prescriptivo, en contraposición con un análisis de tipo descriptivo dirigido a estudiar el comportamiento que ha gobernado la toma de decisiones en el pasado, o a una teoría positiva (normativa) "diseñada para seres superracionales y ficticios¹". Por lo tanto, serán de interés únicamente aquellas metodologías que estén dirigidas a señalar cómo estructurar ordenadamente el problema y en que forma definir sus componentes.

A continuación se presenta una definición formal del problema anterior, identificándose sus principales subsistemas y analizándose sus interacciones. En seguida se discuten los alcances y limitaciones de los modelos empleados para representar a los componentes del problema, y finalmente se establece tanto el estado del arte en la actualidad, como su posible desarrollo a futuro, de las técnicas de toma de decisiones con multiobjetivos para problemas públicos.

¹ Raiffa, H., *Decision Analysis*, Addison-Wesley, 1968.

1.2 EL PROBLEMA DECISIONAL

Conceptualmente, el problema esquematizado en la sección anterior se puede resolver por medio de un modelo matemático como el siguiente:

$$\max_j \{ E [U^j(\underline{x})] = \int_{R_n} U(\underline{x}) f_{\bar{X}}^j(\underline{x}) d\underline{x} \}$$

cuya solución corresponde a la alternativa (seleccionada entre "j" bajo estudio) que maximice el valor esperado de la función de utilidades del grupo decisor, $U(\cdot)$, en un espacio Euclídeano de n dimensiones¹.

Una vez especificado un conjunto de *objetivos* relevantes para el problema en estudio, se definen "n" *atributos* X_1, X_2, \dots, X_n , los cuales permitirán *medir* el nivel que se lograría de cada uno de los objetivos anteriores con las alternativas de solución. En este sentido, los objetivos indican las "direcciones" en que es necesario moverse para lograr los impactos más adecuados, y los atributos definen escalas (medidas de efectividad) que permiten transformar en términos cuantitativos a la naturaleza abstracta de las consecuencias resultantes para cada alternativa.

Si x_j denota un nivel específico del atributo X_j , y la función de utilidades del j-ésimo decisor definida sobre dicho atributo, $u_{ji}(x_j)$, se construye de acuerdo a ciertas reglas, resulta que el valor esperado de dicha función puede

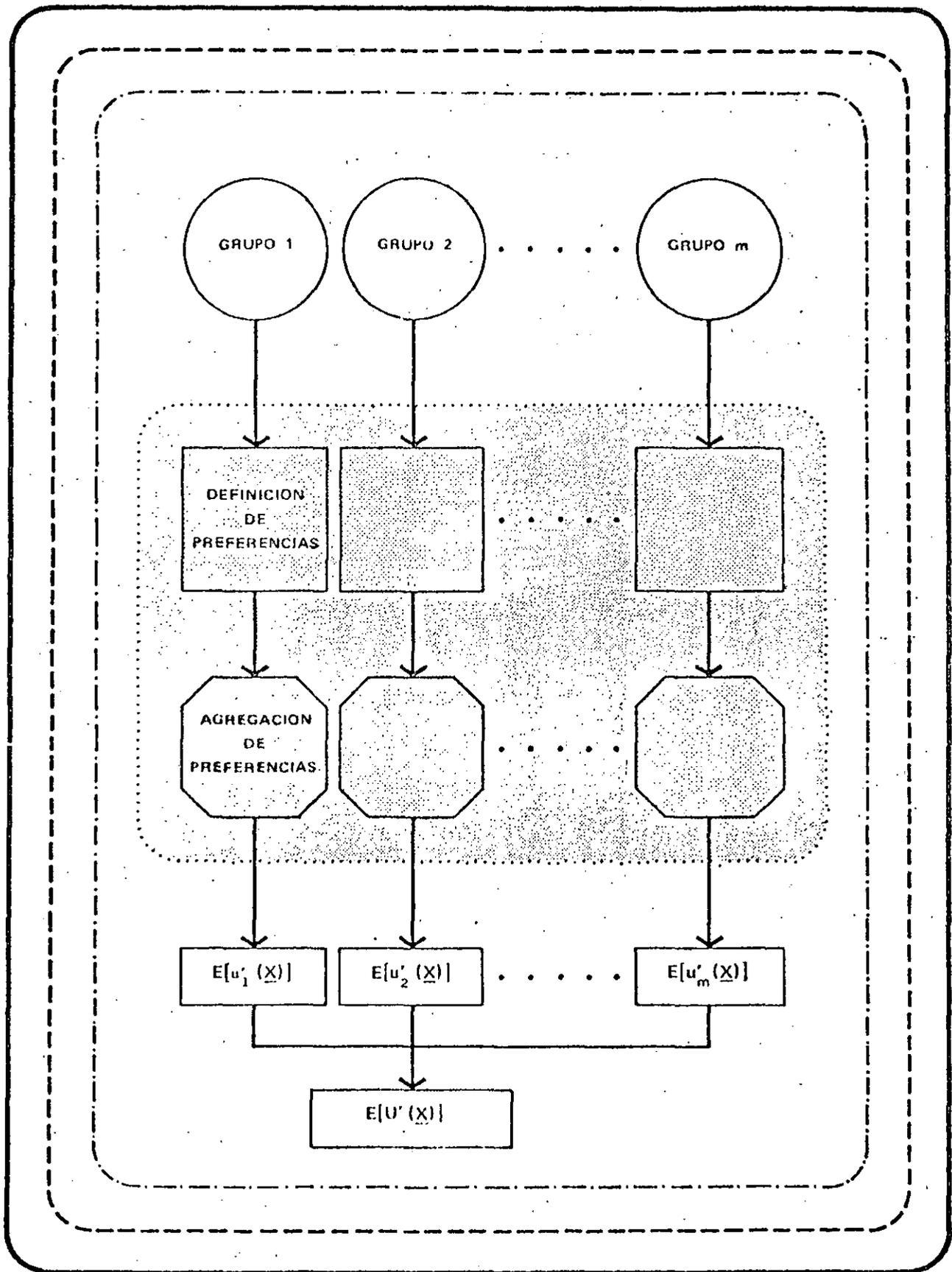
1 Aunque existen otras formulaciones del problema, en este trabajo se adoptó un enfoque basado en la Teoría de Utilidades el cual, a juicio del autor, ha probado ser el más útil en la práctica ya que permite incorporar formalmente en los análisis a los aspectos de riesgo e incertidumbre, sin los cuales no es posible modelar adecuadamente el proceso humano de análisis y síntesis de alternativas.

emplearse como un criterio apropiado para comparar y seleccionar alternativas de manera consistente¹. En base a las funciones de utilidad marginales definidas por todos los decisores sobre todos los atributos (X), se establece una función global, $U(X)$, la cual refleja la estructura de preferencias del grupo decisor y toma en cuenta aspectos tales como: actitud ante el riesgo y estructura de preferencias de cada decisor, transacciones y preferencias intergrupales, etc. La función $f_{\bar{X}}^1(x)$, por otro lado, representa la función de densidad de probabilidades (conjunta) de las consecuencias generadas por la alternativa "1".

En resumen, el problema decisional se reduce a la definición de 2 funciones en n -dimensiones: una sobre las estructuras de preferencias de los decisores, y otra sobre el comportamiento aleatorio de los impactos de las alternativas. Vale la pena hacer notar que dichas funciones se estiman en forma independiente ya que la primera depende exclusivamente de las características preferenciales del grupo decisor, mientras que la segunda es resultado de estimaciones hechas por "expertos" quienes pueden o no estar facultados para tomar decisiones.

En la Fig. 1 se indica esquemáticamente el análisis de una de las alternativas, en donde se muestra un procedimiento ligeramente diferente al descrito ya que aquí se hace primero el cálculo de los valores esperados de las funciones de utilidades de cada decisor, $E[u_j(X)]$, para posteriormente combinarlos en un valor esperado global $E[U(X)]$ (como se verá más adelante, esta secuencia de cálculos es mucho más conveniente para fines prácticos ya que permite la descomposición del problema). Por otro lado, haciendo referencia a la misma

1 von Neumann, J. y O. Morgenstern, *Theory of Games and Economic Behavior*, 2a. ed., Princeton University Press, 1947.
Savage, L. J., *The Foundations of Statistics*, John Wiley and Sons, 1954.



—————	DECISORES	-----	ATRIBUTOS
- - - - -	OBJETIVOS	INCERTIDUMBRE

FIG. 1 ANALISIS DE LA ALTERNATIVA a': CASO DE m DECISORES

figura, el "módulo de preferencias" a su vez se dividió en 2 partes: la definición de preferencias individuales por atributo, y la agregación de dichas preferencias por individuo o grupo decisor. Finalmente, el "módulo de incertidumbre" se indica rodeando al anterior (de manera punteada) para hacer resaltar el hecho de que este es exógeno a los grupos decisores y depende de las características probabilísticas de las alternativas en consideración.

DIAGNOSTICO DEL PROBLEMA

2.1 INTRODUCCION

En el problema descrito anteriormente se identifican varios componentes para los cuales resulta fundamental contar con modelos que los puedan representar adecuadamente y sirvan para describir el acoplamiento y las interacciones de los subsistemas reales.

A continuación se discuten algunos de los problemas que se tienen para la formulación de dichos modelos, y se mencionan las metodologías que se emplean actualmente en diferentes etapas del proceso.

2.2 OBJETIVOS Y ATRIBUTOS

El análisis formal de un problema de decisión complejo como el definido al inicio de este trabajo requiere de la definición explícita de los objetivos que se pretenden lograr con la selección e implantación de alguna de las alternativas analizadas, así como de los atributos que servirán para medir el grado con que se lograrán dichos objetivos.

En la práctica, esta etapa del problema es particularmente crítica ya que por lo general no se tiene un consenso en la definición de objetivos para la comunidad, los cuales frecuentemente son definidos por funcionarios o representantes públicos, quienes tratan de explicitar sus propias

interpretaciones de conceptos tan imprecisos y ambiguos tales como "bienestar de la sociedad" o "calidad de la vida".

Resulta evidente que si los objetivos no se tienen claros, la especificación de atributos comprensibles y medibles que sirvan para "traducirlos en lenguaje cuantitativo" puede conducir al planteamiento y solución de problemas equivocados.

Actualmente se tienen ciertas guías y lineamientos para la generación de objetivos y su estructuración ordenada en base a procedimientos de jerarquización¹; sin embargo, dichas metodologías, aunque facilitan esta etapa del análisis, necesitan profundizarse y formalizarse pues hasta la fecha aun falta mucho por hacer en esta dirección.

2.3 ESTRUCTURACION DE PREFERENCIAS

El concepto de utilidad unidimensional para la cuantificación y estructuración de preferencias individuales se ha estudiado formalmente desde la década de los 50's, y de manera muy intensa durante los últimos 15 años². Actualmente se dispone de la teoría necesaria para hacer operacional y útil el concepto de utilidad, y se cuenta con procedimientos pragmáticos para estimar funciones de utilidad unidimensionales, revisar su consistencia y estimar su validez.

1 Miller, J. R., *Professional Decision Making*, Praeger Publishers, N. Y., 1970.
Ellis, H. M., *The Application of Decision Analysis to the Problem of Choosing an Air Pollution Control Program for New York City*, Tesis Doctoral, U. de Harvard, 1970.

2 Ver por ejemplo, Pratt J. W., H. Raiffa y R. O. Schlaifer, *Introduction to Statistical Decision Theory*, McGraw-Hill, N. Y., 1965.

Sin embargo, la estimación de funciones de utilidad en mas de una dimensión se encuentra aun en estado incipiente, requiriéndose profundizar la investigación en el área de utilidades condicionales así como en el desarrollo de métodos prácticos para analizar los efectos de dependencia entre atributos, y realizar la estimación directa de funciones de utilidad multidimensionales.

2.4 AGREGACION DE PREFERENCIAS

Aprovechando que la Teoría Unidimensional de Utilidades permite establecer rápida y confiablemente funciones de preferencias de tipo marginal, durante los últimos 10 años se ha estado estudiando cómo emplear dichas funciones para construir funciones de utilidad n-dimensionales¹.

En este sentido, el aspecto fundamental lo constituye el nivel de dependencia que exista entre las estructuras de preferencias de los diferentes atributos, habiéndose logrado, a la fecha, resultados generales únicamente para los casos de independencia mutua y preferencial².

En la Fig. 2 se indican los modelos empleados para la agregación de preferencias bajo las hipótesis anteriores, debiéndose hacer énfasis en que la función de utilidades resultante, $u_j(x)$, aunque multidimensional en el contexto de atributos, continúa definida en una dimensión en lo que respecta al número de participantes en la decisión.

1 Keeney, R. L., y H. Raiffa, *Decisions with Multiple Objectives*, John Wiley & Sons, 1976.

2 Keeney, R. L., *Multiplicative Utility Functions*, *Operations Research*, 22, 1974.

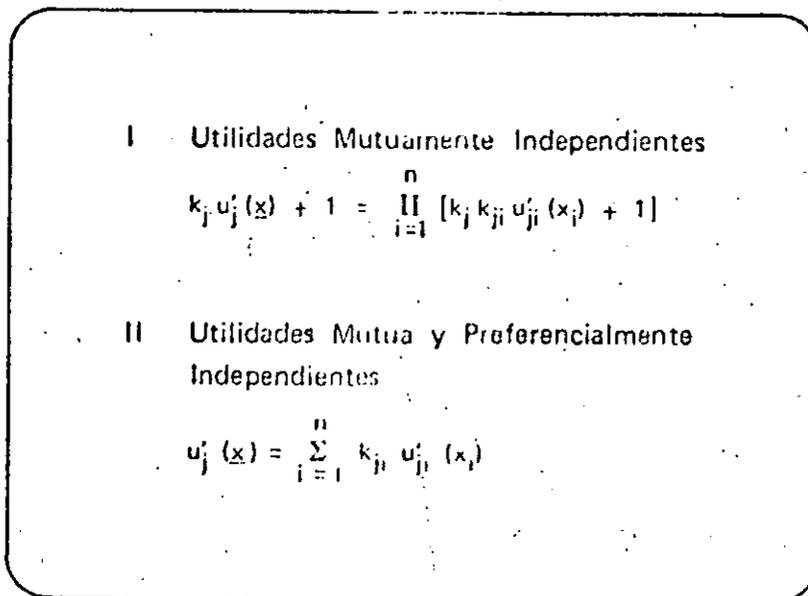


FIG. 2 MODELOS DE AGREGACION DE PREFERENCIAS

Las aplicaciones desarrolladas a la fecha en el campo del análisis de decisiones con objetivos múltiples se apoyan, de alguna u otra manera, en las hipótesis de independencia anteriores. Se establece que los modelos del tipo indicado en la Fig. 2 son adecuados para especificar una representación "razonable" de las preferencias de un decisor, y que si las hipótesis de independencia no se cumplen puede recurrirse a técnicas de transformación de los atributos con el objeto de poder explotar estructuras algebraicas como las indicadas arriba. En este sentido, vale la pena mencionar que el uso indiscriminado de modelos como los anteriores puede conducir a representaciones erróneas de las estructuras de preferencias y por lo tanto a resultados equivocados. Sin embargo, modelos sencillos del tipo anterior pueden emplearse como representaciones aproximadas de la realidad siempre y cuando se desarrollen simultáneamente análisis de sensibilidad* dirigidos a establecer la validez de los resultados.

* Para esto se recomiendan análisis similares a los empleados en la formulación de modelos probabilísticos, en donde debido a la dificultad de estimar adecuadamente la estructura de dependencia estocástica en conjuntos de variables aleatorias se recurre a hipótesis tanto de dependencia perfecta como de independencia y se analizan sus efectos en los resultados obtenidos.

2.5 INCERTIDUMBRE

La solución del problema de decisión bajo incertidumbre requiere balancear las preferencias o utilidades con las estimaciones de las consecuencias inciertas generadas por cada alternativa. Este último aspecto ha sido tratado ampliamente¹ en su representación unidimensional, tanto en el campo de las Ciencias Sociales como en el área de la Estadística y la Investigación de Operaciones.

El problema multidimensional presenta dificultades similares a las que se tienen para el cálculo de funciones de utilidad, por lo cual también aquí se recurre a hipótesis de independencia, en este caso para el comportamiento aleatorio de las variables en cuestión.

Vale la pena no perder de vista el hecho de que se necesitan tantas funciones de probabilidad como alternativas se estén analizando ya que las características aleatorias de las consecuencias son condicionales a dichas alternativas².

2.6 DECISIONES EN GRUPO

Uno de los principales problemas en la toma de decisiones públicas es que en muchos de los casos la identidad de los "clientes" no está clara³, por lo cual, aunque fuera factible y conveniente tomarlos en cuenta dentro del proceso decisional, no es posible hacerlo.

-
- 1 Kyburg, H. E., y H. E., Smokler (eds.), *Studies in Subjective Probability*, John Wiley and Sons, N. Y., 1964.
 - 2 de Neufville, R. y R. L. Keeney, *Use of Decision Analysis in Airport Development for Mexico City*, Analysis of Public Systems, A. W. Drake, R. L. Keeney, y P. M. Morse (eds.), MIT Press, 1972.
 - 3 Liebman, J. C., *Some Simple-Minded Observations on the Role of Optimization in Public Systems Decision-Making*, Interfaces, Ago. 1976.

Adicionalmente a la restricción anterior, en la actualidad no se dispone de metodologías que permitan definir en la práctica a la estructura de preferencias de un grupo decisor. En la Fig. 1 se presenta el análisis de una alternativa descompuesta en "m" subproblemas cuyas soluciones parciales se acoplan como último paso del algoritmo. Si cada uno de los "m" grupos se puede visualizar como un conjunto de individuos que *no tienen autoridad en la toma de decisiones* pero cuyos puntos de vista son tomados en cuenta a través de un "Super Decisor Benévolo" quien funciona como sintetizador de los sentimientos y preferencias de los miembros del grupo, la función de utilidades intergrupales (calculada en base a reglas definidas por dicho Super Decisor*) puede construirse a partir del conjunto de funciones de utilidad individuales¹.

Desde el punto de vista práctico las complicaciones surgen al ser necesario contar con las funciones de utilidad de cada uno de los miembros del grupo, ya que deseará diseñar este último lo más numeroso posible con el objeto de maximizar su representatividad. Por otro lado, si los miembros de dicho grupo pertenecen a un mismo sector de la población beneficiada (o afectada) y tienen preferencias estructuralmente homogéneas con respecto a las consecuencias generadas por cada alternativa**, es factible definir una función de utilidades para el grupo que sea un modelo adecuado y útil para la toma de decisiones.

Si bien en algunos casos el cálculo de las utilidades esperadas para cada grupo, $E[u_j(X)]$, se puede hacer con un nivel de confiabilidad razonable, la combinación de dichos indicadores en uno solo que refleje los puntos de vista conflictivos de los diferentes grupos involucrados (donde unos ganan y otros pierden) presenta dificultades prácticamente insalvables.

* Como por ejemplo: quienes pueden pertenecer al grupo, cuantos individuos integran el grupo, etc.

** Esto es equivalente a tomar una muestra estadística de una población homogénea con objeto de mejorar la confiabilidad de la estimación de parámetros. Se tienen procedimientos similares para definir la distribución de probabilidades de un grupo en base a la agregación de distribuciones individuales (ver Raiffa (1968), *op. cit.*).

1. Fishburn, P. C., *The Theory of Social Choice*, Princeton University Press, 1973.

El problema del "Grupo de Participantes", en donde un conjunto de individuos *comparten colectivamente la responsabilidad de tomar una decisión* no tiene solución sin hacer comparaciones interpersonales entre las preferencias de cada individuo¹. Por otro lado, en el campo de la Economía del Bienestar está demostrado que *La Función de Utilidades de un Grupo Humano* depende (de una manera no conocida) de las bases éticas, morales y psicológicas de los individuos que constituyen dicho grupo, y que por lo tanto no es posible su obtención². En este sentido, el cálculo de la función global $U(X)$ reviste un interés meramente académico y su utilidad se encuentra en el campo teórico del estudio del comportamiento humano.

1 Arrow, K. J., *Social Choice and Individual Values*, John Wiley & Sons, N.Y., 1951.

2 Little, I. M., *A Critique of Welfare Economics*, 2a. ed., Oxford University Press, 1960.

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS

Utilizando funciones condicionales que permiten representar, por medio de cortes en 2 dimensiones, las características multidimensionales del problema, en la Fig. 3 se ilustran las características del proceso de análisis y síntesis que realiza un decisor al contemplar una de las alternativas posibles.

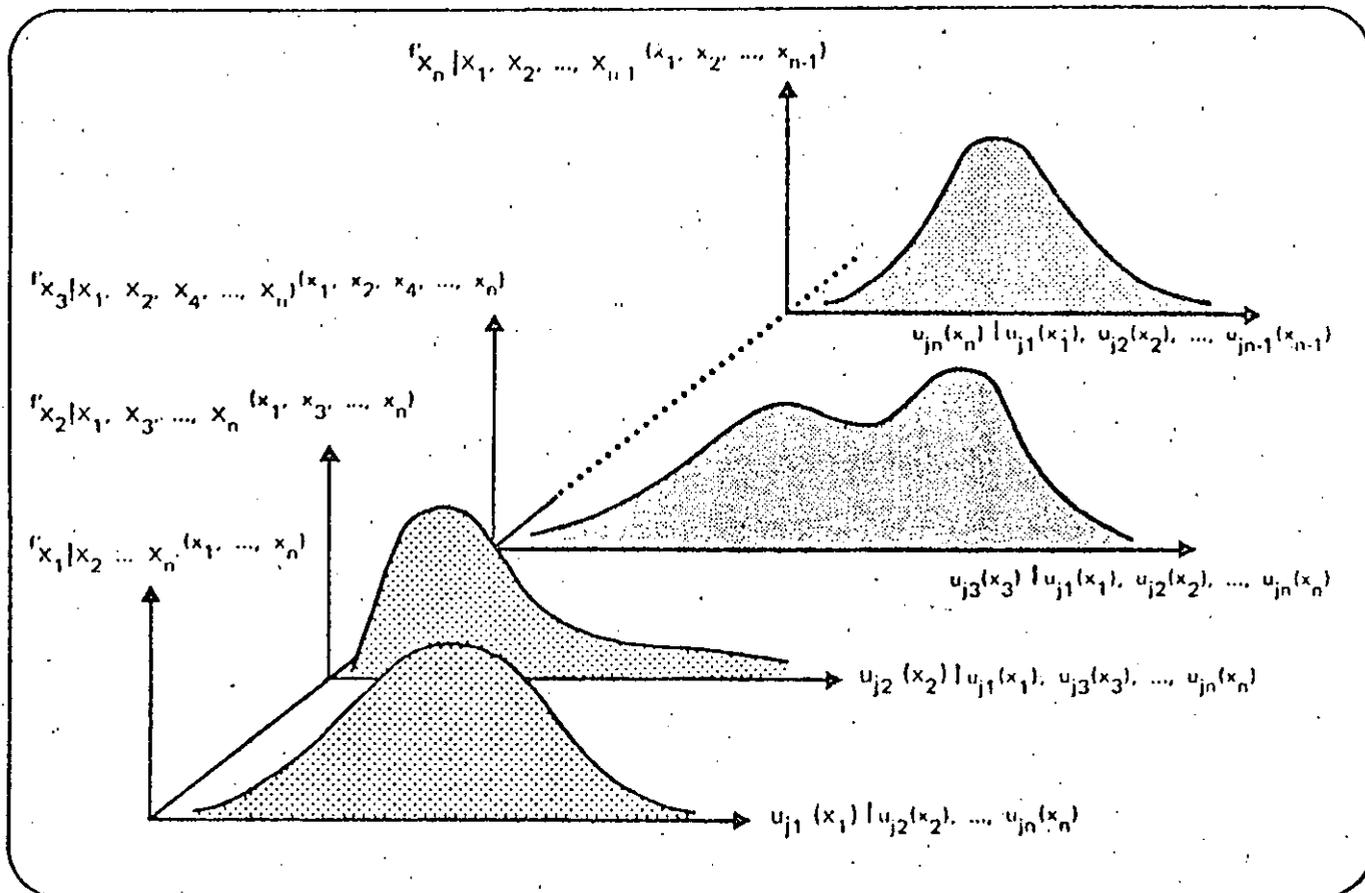


FIG. 3 ANALISIS DE LA ALTERNATIVA a': CASO DEL DECISOR j'

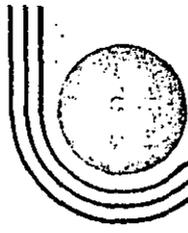
Aunque la construcción de modelos adecuados para representar dicho proceso presentan dificultades importantes, en la actualidad ya es factible desarrollar análisis de tipo formal que incorporan elementos subjetivos tanto de preferencias como de incertidumbre y permiten tomar en cuenta la naturaleza no-lineal, no-aditiva y multidimensional de la función de utilidades de un individuo.

Como se discutió anteriormente, el estado del arte permite formular modelos de decisión aplicables a personas (o grupos homogéneos) que se enfrentan a problemas complejos, con múltiples objetivos en conflicto y bajo condiciones de incertidumbre. Sin embargo, aceptando que en la toma de decisiones públicas deben intervenir los diferentes grupos beneficiados o afectados, se concluye que *las técnicas actuales no son las adecuadas para resolver este tipo de problemas.*

Las metodologías disponibles serán útiles para explorar las actitudes de los grupos involucrados y explicitar su interpretación, tanto de los componentes del problema como de sus interacciones. Posiblemente después deberá emplearse un proceso de tipo político para alcanzarse un compromiso y una solución. Sin embargo, aunque en este campo prácticamente no se tiene experiencia, se nota inquietud en esa dirección, buscándose maneras para incorporar a la comunidad en el proceso decisonal, incluyendo la fase de definición de objetivos.

En resumen, si bien el caso para un decisor se tiene bastante desarrollado y actualmente se están haciendo aplicaciones en muchas áreas* (sistemas de transporte, localización de plantas nucleares, sistemas hidráulicos regionales, ecosistemas, problemas ambientales, etc.), la aceptación en la práctica e

* En este sentido, debe hacerse especial mención de los trabajos desarrollados en el "International Institute for Applied Systems Analysis" (IIASA) durante el período 1974-1976.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

NOTAS COMPLEMENTARIAS

SEPTIEMBRE, 1984

2 Welfare Economics and Development Problems¹

I INTRODUCTION

The relevance of theoretical welfare economics to the general field of 'development economics' has never been very clear. With recent extensions of welfare theory into highly abstract and formal models of interdependent utility, social choice, public goods and the like, moreover, the relationship between it and the *ad hoc* and loosely defined art of analysing the problems of LDCs has begun to seem even more tenuous. It may, indeed, appear that there is very little overlap between the two: with a few exceptions, like parts of trade theory or social cost-benefit analysis, there is practically no aspect of development economics which draws upon the existing body of welfare theory.

Appearances can, however, be misleading. The ordinary practice of development economics, relying as it does on large doses of casual empiricism, fairly 'unrigorous' theorising and an eclectic approach to related social sciences, can certainly dispense with the bulk of 'high' welfare theory. However, the fundamental concepts of welfare economics, defined broadly, provide, not only the tools with which any branch of applied economics and economic policy must work, but also the meaning of the language used, the value judgements adhered to, the questions asked, and the methods used for interpreting the answers found. In short, welfare economics furnishes the *paradigm* within which conventional development economics operates.

Given the overwhelming dominance of the neo-classical (especially the Paretian) school in the development of welfare theory, the paradigm used by the majority of development economists has embodied the ideological premises, value judgements and factual assumptions of this particular school.² There has in recent years been increasing criticism of and concern with the validity and ethical acceptability of many of these premises and assumptions. In some cases, as with the growing school of 'radicals', this has led to an explicit rejection of the conventional

paradigm. In others, the paradigm has been retained, but with more or less substantial modification of its elements. This has led to great internal stresses, as some exceptions to its rules have turned out to be more weighty than the rules themselves, and as the search for morally acceptable solutions to the problems of LDCs has come up against insuperable barriers posed by the paradigm itself.

This paper seeks to clarify some of these problems and contradictions faced by development economics founded on the neo-classical paradigm (henceforth referred to for brevity as the 'conventional' school). No solutions are proposed here: indeed, it is very doubtful whether solutions are possible within the conventional framework. Nor are alternative approaches discussed directly. My purpose here is simply to show how some of the important issues confronting development economics today cannot be dealt with by the tools of conventional welfare economics because the answers conflict with its basic ('domain') assumptions.

In section II I shall present a schematic outline of the structure underlying conventional welfare economics, pointing out its various premises and assumptions but not discussing its actual mechanics or conclusions. In section III I shall illustrate some problems arising from the application of this structure to development issues. I shall concentrate on a few aspects which have concerned me in my work, but the nature of the problem is quite general. In section IV I shall present my conclusions.

II STRUCTURE OF THE NEO-CLASSICAL WELFARE PARADIGM

It may be debated whether there is a 'paradigm' of neo-classical welfare economics in the sense in which Kuhn applies the concept of paradigms to scientific research. It is, in fact, uncertain if the social sciences in general have paradigms at all, or if they operate in a 'pre-paradigm' situation.³ Be that as it may, it is certainly the case that they work with a certain 'vision' of society, and with certain ethical and factual assumptions of how people behave, or ought to behave, which taken together constitute a structure that is used, and is necessary, for analysis and research. Neo-classical economics does use a 'paradigm' in this sense, as indeed does any coherent school of thought in social science: just how valid and useful a paradigm it is has become a matter of increasing

controversy in recent years, but the existence of a paradigm in some sense is hardly in doubt.

It is common in economics to draw a sharp distinction between its positive and normative branches, and to treat the former as more 'neutral', 'objective' and 'scientific' than the latter. If this is simply taken to mean a difference of *degree*, in that positive economics makes fewer value judgements or has less direct relevance to policy, then it is probably quite true. Or if it is meant to apply to certain parts of positive economics which deal solely with technical features of production, and do not depend on a particularly neo-classical paradigm (like operations research or input-output analysis), it is certainly the case that such economics is more 'objective' in some sense than welfare economics. The bulk of positive economics is not, however, an undertaking of this sort. It purports to explain the functioning of actual economies, and necessarily has a 'vision' of them which involves accepting certain premises, values and legitimate fields of enquiry.⁴ To this extent, the positive and normative aspects of economics share common foundations, however abstract the form in which positive analysis is posed. This is not a criticism of the objectivity or validity of any particular school of economics: all economics, and all social sciences in general, must function in some such framework, and *cannot* be 'pure' in the sense of operating outside a particular vision. Development economics, in particular, has never had any of the pretensions to 'purity' that high economic theory has had. Being a primarily applied and policy-orientated subject, it has intermingled 'ought' and 'is' rather freely, without devoting too much thought to the premises on which its analyses and prescriptions were based.

As far as welfare economics is concerned, the earlier efforts to show it to be value-free and non-ideological seem to have been generally abandoned,⁵ and these fundamental issues, with a few exceptions,⁶ having been shelved, recent developments have tended to take the existence of a silent consensus as implicit proof of the validity of the conventional paradigm. This is unfortunate, since 'consensus does not denote neutrality in welfare economics matters', and

the practitioners of the Paretian dogma are now so confident in their approach, so enraptured by the formal elegance and mathematical rigour of their exercises and so contemptuous of their less highly formalised and less elegant competitors that they incline increasingly to the *passing off of their normative policy judgements as positive contributions*. The policy-makers are expected, by those who per-

petrate this misdemeanour, to regard the mechanics of the welfare exercise with the awe accorded by the early Church of Rome to the contents of a Papal Bull, though, perhaps thankfully, in practice they are justifiably suspicious of *economic analysis that appears to offer clear-out solutions to complex politico-economic problems*.

In describing the structure of the conventional welfare economics (and here I include the liberal as well as the Paretian schools), it will be useful to distinguish between three elements which constitute its basis. These may be termed the 'ideological base', the 'individualistic premises' and the 'state-power premises'. The *ideological base* is conceived here quite narrowly, not as comprising all value or moral judgements or the whole paradigm of neo-classical economics, but as *that premise which is essential to make any system of welfare economics compatible with a capitalist mode of production*. For the sake of simplifying the exposition, I shall contrast two idealised modes of production, capitalist and socialist, and accord to them alternative ideologies regarding the socio-economic organisation of society. Since conventional welfare economics has evolved largely in a capitalist framework—and the fact that socialist economists have contributed to certain aspects of the development of welfare theory, especially as regards planning methods, does not affect the validity of this statement—it has, by a Schumpeterian 'pre-analytic cognitive act', attributed certain characteristics to a capitalist society which can enable it to conceptualise and legitimise its 'welfare'. Being ideological in this sense, this premise cannot hold for a socialist conception of welfare. Being 'vision', it can neither be proved nor disproved.

The ideological base may be combined with a number of different specifications of welfare within capitalist societies. The *individualistic* form is only one, though it is practically the only one in use. It contains a mixture of normative (or ethical) and factual assumptions, the former, like 'vision', being susceptible neither of proof nor disproof, the latter being in principle open to empirical validation, but often defined in a circular manner, and sometimes embodying concealed normative assumptions. The same is true of the *state-power* premise, which embodies a particular conception of the role of the state in a capitalist society (and is based on the same 'vision' as the basic economic approach). Taken together, this combination of ideology, value judgements and factual assumptions comprises the paradigm in which welfare economics functions.

Before discussing these elements of the paradigm, it may be worth

noting that their function is not only a positive one of providing a structure for grouping facts and concepts together in a meaningful manner and providing hypotheses for testing, but also a persuasive and negative one. The persuasive function obviously arises from the legitimising vision of capitalist society and from the use of ethical premises to persuade people what is 'good' in economic terms and what 'ought' to be done. The negative function is that of drawing lines of demarcation between the proper subject of economics and that of other related fields such as ethics, philosophy, sociology, politics, history and so on. It is necessary to draw such lines in order to advance a subject at all, but the precise way in which this is done strongly affects its content, formulation and findings. I shall remark on this below; let us now consider the three elements.

A. THE IDEOLOGICAL BASE

The fundamental assumption about capitalist society which enables conventional welfare economics to talk in terms of the 'welfare of society' is that of *fundamental harmony of interest between all members of such a society*. It is only this assumption which can enable one to conceptualize an unambiguous definition of the welfare of society *as a whole*, and to reconcile this with the individual welfares of all the persons in it. If there were a fundamental disharmony of interest, it would become nonsensical to speak of the welfare of society *as a whole*, and welfare would *have necessarily to be defined in terms of one group or the other*. In more specific terms, this assumption denies the existence of disharmony between *social classes*, based on the division between those who, in capitalist society, own the means of production and those who do not.⁹

For welfare economics this premise opens the way to easy transitions from social to individual welfare and vice versa. Thus, while a comparison and summation of individual welfares may prove very difficult — except in very special cases (e.g. Paretian conditions for unambiguous rises in 'welfare'), or by imposing some particular ordering rule (e.g. a hierarchy of 'liberal' values as proposed by Rowley and Peacock), or a 'social' welfare function¹⁰ — it is always implicitly accepted that there *is* such a thing as social welfare made up of basically harmonious individual welfares. For positive economics, the harmony premise dispenses with the need for any sort of class analysis (it simply assumes away, rather than disproves, any possibility of class 'exploitation'), and, backed by the formidable *apparatus* of logical positivism,¹¹

enables the analysis of society to proceed in terms which we know as neo-classical economics.

What sort of 'harmony' is required of the ideological base? Clearly, 'disharmony' in the sense of competition between firms or individuals is not ruled out: on the contrary, it is the very essence of the neo-classical system. Nor is 'disharmony' arising from imperfect competition or in the minor sense of personal envy, hate or other forms of 'interdependence' in individual utility functions, ruled out.¹² These do not affect the presumption of the fundamental harmony of the capitalist mode of production and distribution, since they do not call into question the legitimacy of the socio-economic structure or of any of the categories of payments to the factors of production.

A *fundamental* disharmony can arise only if this legitimacy is challenged. The best-known challenges to the neo-classical theory of distribution have come from the neo-Ricardians and from the Marxists,¹³ the approaches of both schools being essentially antithetical to the economic theories of the neo-classicists. In terms of welfare economics, however, there is an essential conceptual distinction to be drawn between these two schools. This distinction tends to be forgotten because of the fact (much dwelt on by some neo-classicals, but which is, as John Vaizey notes, only 'contingent'¹⁴) that many neo-Ricardians happen to be socialist, and because of the ease with which some of their tools can be adapted for use for Marxist analysis.¹⁵ Both approaches reject the neo-classical theory of distribution (the determination of profit in terms of the productivity of capital and its legitimacy as a reward for waiting), and both accept the role of the 'class struggle' and socio-political forces in deciding the distribution of income. However, while the neo-Ricardian approach accepts a particular sort of disharmony in distribution, it does not postulate a fundamental disharmony in *production* relations, and it does not question the legitimacy of the 'capitalist' system as such. In other words, an economist could easily accept that the distribution of income is determined by a bargaining process unrelated to marginal productivity, and at the same time believe that the capitalist mode of production is essentially harmonious and legitimate. Indeed, many classical economists (including Ricardo) accepted this view of distribution and based their economic theories on (a potentially revolutionary) labour theory of value, but also believed in the sanctity of private property and the virtues of free enterprise — a combination of beliefs which got them into various contradictions.¹⁶ It is, therefore, possible to *conceive* of a welfare theory in a capitalist system which follows from neo-Ricardian premises, and the fact that all

'class struggle' type of analyses have been taken to be Marxist should not obscure this.

A fundamental disharmony of interest *intrinsic to the capitalist mode of production* can only arise on Marxist assumptions of exploitation and oppression of one class by another.¹⁷ Given such disharmony, it becomes nonsensical to speak of the welfare of a capitalist society as a whole (except perhaps in the convoluted sense of its approach to socialism, i.e., the closer the society to the destruction of the capitalist mode of production, probably by revolution, the greater its welfare). This approach need not deny the historical role of the capitalist class as the agent of accumulation, only that the society itself has a basic harmony of interests. As soon as one posits an alternative (socialist) society where accumulation can also proceed, but under non-exploitative circumstances, the first system can no longer be legitimised.

The harmony-of-interest assumption is basic to any welfare economics in the conventional sense. The lines that it draws are not so much between economics and other social sciences but *within* each of these sciences. It is not, for instance, the case that if we turn to sociology we would find a full discussion of the existence or absence of class harmony; even in sociology, we would find that there would be different paradigms with different basic 'visions' of conflict in society.¹⁸ There is no empirical method for choosing scientifically between the visions; the *same* social reality can be examined through either.

B. INDIVIDUALISM

There is, as we noted above, a mixture of normative and factual assumptions contained in the 'individualistic premise'. The straight normative one is that it is *individual utility* (or preference, or whatever suitable term is chosen) which should be maximised. This is unexceptionable as it stands, and may be used as an ethical premise in capitalist or socialist societies. Before it is used in a capitalist society, however, it is obvious that the ideological premise must be accepted. Only if there is a harmony of interest among all members of society, and social classes are not the relevant agents for economic analysis, can one proceed to think of maximising individual welfares (or, if one is a liberal, of maximising individual liberties) as the sole condition for maximising social welfare.

The factual assumptions concerning the individual are that he is the *best judge* of his own welfare (though this could also be put normatively, that he should be left free to decide his own welfare), that he acts (or

should act) to *maximise it*, and that the *determinants* of his welfare—preferences as regards consumption, saving, work and leisure—*are given* (which again can be put normatively that (a) these preferences should not be interfered with, and (b) the scope of economics should not extend beyond given preferences to see how they are formed). There are several criticisms of these positive-normative assumptions about the individual: his preferences may not be revealed in his behaviour, they may be interdependent with others' preferences or 'unconnected',¹⁹ based on imperfect knowledge, perhaps harmful to himself or others, and they may be conditioned by various market, social and other forces. Some of these criticisms are more damaging than others, but the one I want to concentrate on is the last one, which concerns the conditioning and formation of preferences.

It is hardly open to doubt that preferences are not only affected by commercial efforts in a narrow sense but are in general moulded by the individual's social, cultural, educational, political and religious *milieu*,²⁰ much of which is an *intrinsic part of the economic structure* of capitalism (being based on the structure of class and income distribution). The refusal of conventional welfare economists to go into these factors,²¹ by drawing a strong line between the 'proper' scope of economic enquiry and that of psychology, sociology, politics or history, and taking preferences as autonomous and given, reveals not so much an amazing naivety about human beings on their part as an *implicit approval of the system of preference formation in capitalist societies*. This is why the attacks of critics such as Gintis have so little cutting edge. Though they may accept that minor distortions are caused, say, by promotional activities in 'imperfect' markets, conventional welfare economists (and here I would include institutionalists like Galbraith) *cannot* go on to question the inherent features of capitalist society (which radical critics do) that produce the 'capitalist man': to do so would be to question the system itself. The implicit argument of these economists seems to be that *every* society imposes its own basic conditioning, and a capitalist system produces better (more 'liberal', 'free', etc.) people *because* it is (ideologically) a better system. We are then back to the 'vision', and beyond the reach of argument.

C STATE POWER

The role of the state is fundamental to welfare economics, not just because many 'welfare' services have to be provided publicly but because, aiming at policy formulation, welfare economists must address

their work directly to the state. There must, therefore, be a theory of the state in a capitalist society explicitly or implicitly contained in welfare theory. This theory is, in fact, mostly implicit and fairly simple, with the usual mixture of positive and normative elements. The state is *neutral* between different groups in society (or should be); *it knows what the national interest is and tries to achieve it* (or should do); and it has a *harmony of interest with other states* in economic terms (which is simply the international extension of the domestic harmony-of-interest premise).

It is clear that the neutrality and national-interest attributes of the state must be based upon the ideological assumption. If there is no basic conflict of interest in society, and there are no classes in the Marxist sense, the economic structure cannot influence the distribution and exercise of political power, and the government must (despite occasional aberrations) remain the repository of the national interest.²² This idealised picture of political power enables economists to draw another line between economics and related social sciences, and to proceed to recommend 'sound' economic policies on political matters (like income distribution) and to analyse such matters on 'purely economic' grounds.²³ It provides the basis for the kind of pure economics which has taken precedence over political economy, and accounts for some of the grossest mistakes perpetrated by modern economics.

Needless to say, an alternative view of state power, as an expression of the economic structure of class relations,²⁴ throws the whole purpose of welfare economics, as normally understood, totally out of gear. It erases the line drawn between economics and politics; it makes the traditional concept of 'social welfare' meaningless; it makes the welfare evaluation of public policies a very different matter from the normal cost-benefit procedure based on an ideal competitive model; and it renders the role of the economist as a 'policy maker in the social interest' much more limited, if not totally absurd. This is, of course, a strong interpretation of the alternative view of the state. Even a mild interpretation, however, which admits of a positive and continuous overlap of the economic and political élites and of some possibilities for conflict of interest, casts grave doubt on the normal forms of analysis and prescription in economics.

These three elements of the conventional paradigm interact with and reinforce each other, so that it is practically impossible to seriously criticise one without attacking the whole structure: such is the nature of paradigms that they are generally immune to disproof and marginal changes, and must be accepted or superseded *in toto*. However, even an

acceptance of the paradigm does not, at least in the social sciences, exclude the possibility of internal conflict and stress, and in the next section I hope to show, with reference to a few selected issues, how these have arisen in the application of the paradigm to the developing countries.

The structure of the paradigm outlined above itself provides the bulk of the material needed to 'prove' the main neo-classical theorems in the normative and positive branches of economics. It only needs the addition of some specific assumptions, about the shape of preference schedules, cost curves, technology, competition and information, in order to derive conditions for optimality, equilibrium, and so on, at several levels of rigour and sophistication. There are, certainly, major gaps—especially with respect to the welfare aspects of income distribution (of which, more below)—but the general effect of the application of the paradigm is (regardless of the unreality of many of its assumptions) to create a presumption in favour of free competition, *laissez faire*, political conservatism and the promotion of capitalistic enterprise. Of course, exceptions are sometimes admitted to this presumption: agricultural land reform may, for instance, be strongly advocated (with appropriate caveats about effects on efficiency) in certain circumstances; this sort of 'radicalism' does not, however, detract from the general ethos in favour of untrammelled private enterprise in the industrial and commercial sectors of the economy. In any case, it should be remembered that an attack on the land-owning industrial bourgeoisie, especially when that oligarchy turns out to be anti-industry and strongly entrenched in power.

III THE PARADIGM AND SOME WELFARE ISSUES IN LDCs

The issues concerning the welfare of LDCs which we shall discuss here concern (1) the use of market prices in assessing welfare, (2) some applications of the concept of 'efficiency', and (3) some aspects of international economics. The discussion is not intended to be comprehensive but merely to illustrate how much of the recent (and *not* explicitly 'radical') writing in development economics, in seeking to find more satisfactory answers to development problems than the early orthodoxy, but remaining within the conventional paradigm, finds itself using conceptual tools which are inadequate (and, at times, is frustrated by the limits of the paradigm from evolving more adequate tools), or else

reaches conclusions which appear acceptable but which cast doubt on the validity of the paradigm itself.

A MARKET PRICES AND WELFARE

Until fairly recently, the only measure used by most economists to measure 'development' (and so economic welfare) in LDCs was the value of *per capita* GNP at market prices. (This argument also applies to measuring 'social' costs and benefits generally). It should be clear that, in the sort of conceptual framework outlined above, with universal harmony and the individual pursuit of welfare, values expressed at market prices are the *only possible measure* of economic welfare. There are, however, two major qualifications admitted by conventional economics. First, income distribution may not be optimal with reference to some ideal standard; and, second, actual prices may be distorted by market 'imperfections' and, more importantly, by government interventions in the market mechanism.²⁵

The admission of these problems has led, especially (in the field of 'development economics') in the last few years, to important attempts by neo-classical economists to adjust for price 'distortions' or 'socially undesirable' income distributions, while keeping intact the basic yardstick of the conventional paradigm. Let us consider these efforts in turn.

Price distortions. In the neo-classical system, welfare is maximised (given the income distribution) in a régime of free competition with perfect information and with no monopoly or monopsony elements in the market and no distortionary taxes or subsidies imposed by the government. In the messy real-life world of LDCs, where distortions of all sorts exist, from large elements of monopoly power and highly imperfect information to pervasive government interventions, the neo-classical solution has been to use a simulated model of free market prices as the measure of welfare, the method most commonly used being to employ 'shadow prices' given by prices reigning in the world market.²⁶

There is an initial objection, a relatively minor one, to relying on world market (or 'border') prices as an approximation to the 'free market' prices postulated in neo-classical theory: the world market itself is highly oligopolistic in its production, technology and information structure, and so is extremely 'imperfect'. In theory, therefore, it should not provide 'shadow prices' approximating to a neo-classical optimum. To this it may be answered that world market imperfections are simply a constraint which LDCs can do little about—just one of the many facts

which make this a 'second best' world—and they should maximise their welfare within its limits. While theoretically unsatisfactory, this answer does make practical sense: world prices can provide, at the very least, a standard against which domestic efforts can be judged. They will do for day-to-day purposes, *if all the other implicit value judgements are accepted.*

It is these other judgements which cause trouble. The nature, composition and prices of commodities in the world market overwhelmingly reflect the tastes and incomes of the highly developed countries as well as the technological and marketing practices of the multinationals which dominate production there. By taking the relative values of different commodities yielded by world markets as providing socially optimal values for LDCs, it is being implicitly assumed that the expression of 'preferences' in the market of the dominant socio-economic bloc (the rich countries) is ethically acceptable in another (the poor ones). Since 'preferences' are the primary and unquestionable data of conventional economics, such an assumption is, of course, inevitable; however, in practice two sorts of problems arise when the 'social' value of commodities in poor countries is considered.

(a) Many people, including many neo-classical economists, would admit that there was nothing sacrosanct or socially optimal about the world market valuation of, say, a Cadillac or a Dior dress relative to a quantity of food grain, when the context was an extremely poor economy with widespread malnutrition. How would neo-classical welfare economics resolve the valuation problem in such a setting? Two answers are possible. First, the moral unacceptability of world market valuations may be taken to reflect the maldistribution of income in the poor country, and the recommendation would be that the government should simply impose a more 'appropriate' distribution (and let people get on with expressing and fulfilling their preferences). Let us leave distribution problems until later. Second, income distribution may be taken as given, and it may be proposed that the government should impose 'appropriate' taxes and subsidies on the purchase of the relevant commodities so as to enforce a socially more desirable structure of consumption, an illiberal but practical makeshift solution.

The welfare solution in both cases is to remove the problem of making ethical judgements (about 'appropriate' distributions or consumption patterns) from the 'economic' to the 'social' or 'political' spheres, where a supposedly neutral and objective government undertakes this task on some 'non-economic' criteria. The paradigm defines the *economic* problem of valuation in such a way that the economist can say nothing

about the social desirability of different 'characteristics' of commodities.²⁷ Yet it is clear that many economists do wish to pass judgements on this score, and they may argue²⁸ that several 'characteristics' of products offered in world markets—determined by the product-differentiation and marketing practices of large oligopolistic companies selling to rich markets rather than by any rational consideration of fulfilling the most urgent needs of poor countries—are costly, inappropriate and unnecessary in LDCs. Assume, for example, that there is a need for long-distance motorised transport in a poor country. The world market would provide thousands of models of cars, buses, motor-cycles, and so on (each with different 'characteristics' with respect to power, trimmings, colour, extras, all changing every few years). The social cost of providing the whole range would be considerably higher than that of providing one or two basic, simple vehicles which fulfilled the *need*, defined in some sensible way, for moving people from one point to another.²⁹

Neo-classical economics finds it very difficult to accommodate such 'sensible' definitions of what products should be, though individual economists on occasion admit the need (on the part of the 'neutral' government) to exercise some discrimination and control. Obviously, when welfare has been defined as fulfilling individual preferences expressed in the market, and the economist has, by the limits of the paradigm, been *barred* from passing any judgement about the social value of those preferences, a 'sensible' evaluation of products is *only possible if one steps outside the paradigm*. Neo-classical economics has always admitted some exceptions of this sort, under the guise of 'merit wants', but these have been exceptions to a basically sound rule. If it is argued, and this certainly would be my argument, that *the judgement of 'need' has to be passed on every commodity*, the rule itself collapses, and a non-individualistic concept of welfare has to be introduced.

(b) A further, but related, problem arises from the fact that there is no way in which conventional welfare economics can distinguish needs which are *created*, by commercial pressures or by the exposure of LDCs to the consumption patterns of developed countries, from those which are 'natural'. In many ways such a distinction is, as neo-classicists never tire of pointing out, analytically untenable; however, it is generally accepted that new wants *are* created by advertising and demonstration, even though the line between these and others is impossible to draw. One of the tenets of the 'dependence' school of development economists is that some of the major problems with the pattern of growth now taking place in LDCs are created by the 'alienated' consumption patterns of

their élite.³⁰ Again, neo-classical economists may well admit (as the exception) the desirability of controlling 'ostentatious' consumption and restraining 'harmful' advertising. But how does one draw the line between permissible and ostentatious or unnecessary consumption, or between 'good' and 'bad' advertising, when demonstration, ostentation and need-creation are the rule rather than exceptions, without overstepping the bounds of the neo-classical paradigm? Even a mild admission to the effect that the sort of conditioning which pervades a society is undesirable damages the liberal basis of economics and also damages (though it cannot destroy) the 'vision' of capitalist society as a Good Thing in principle.

The usual escape-route of conventional economists is to 'leave it all to the government'. If the government can decide in the national interest what needs are to be fulfilled, in what manner and in what order, the neo-classical paradigm (though very strained as to its liberal and Paretian ethics) can survive with a few modifications. But the assumption that the government is the proper guardian of the national interest is, of course, *just* an assumption. It has little grounding in fact. Any realistic study of the political system, especially in LDCs, shows how the government represents *particular* interests—whether of class or groups depends on the political paradigm adopted—and how its power is used to preserve particular structures of élite *dominance* and *privilege* (though different sections of the élite constantly struggle for supremacy). This is why recommendations that governments should alter the élites' consumption patterns have so little impact in an élitist political framework: most such welfare prescriptions are simply a waste of time.

Here is a real dilemma. To quote Frances Stewart, the ordinary procedure of cost-benefit analysis (this applies to all welfare economics),

in so far as it implies that social welfare maximisation or national welfare maximisation is meaningful (and also possible) in conflict societies, is highly misleading, and sometimes dangerously so, since it dresses up one set of activities—those of taking the objectives of one section of society, normally those represented by the Government, and showing how they can be more efficiently fulfilled—as another, that of maximising the benefits to society. The former being a meaningful (and possible), but for many an undesirable objective; the latter being meaningless and therefore impossible, though desirable.³¹

It is possible to argue that the economist should then either confine his recommendations to what is feasible within a framework of conflict and domination or else recommend what he thinks best for society in the hope that it will persuade the elite to compromise their real interest. This is fair enough, but it is a far cry from the normal conception of what welfare economics is about. In fact, I would submit that the implicit acceptance of conflict, especially *class* conflict, challenges the ideological basis of the conventional paradigm, which is fundamentally dependent upon the harmony-of-interest assumption, and so renders the whole structure suspect. Furthermore, if it cannot be *implicitly* taken for granted that there is some non-economic mechanism which always tends to operate towards restoring the ethical validity of the free-market system (via harmony of interest and governments representing the national interest), the practical role of the traditional welfare economist becomes far more restricted, if not totally redundant.

In sum, therefore, the method by which 'social' valuations can be derived from market prices in conventional welfare economics is highly unsatisfactory. Not only does the discipline not provide any means of distinguishing between commodities which fulfil social needs from those which do not, or between social costs which are necessary from those which are unnecessary (see below under 'efficiency'), it also merely assumes a vital fact which needs to be investigated, whether or not the recipient and executor of the prescriptions of welfare economics is 'neutral' and 'objective'. The basic structure of the welfare paradigm itself prevents these problems from being resolved.

Income distribution. One of the major blind spots of conventional welfare economics is its treatment of income distribution. While distribution was the main issue which occupied classical and Marxist economists, the use of the particular combinations of assumptions described above caused modern welfare economics to be 'concerned with precisely that set of questions which avoid judgements on income distribution altogether'.³² The use of the same set of assumptions in positive economics produced sophisticated and complex theories of distribution which say almost nothing about the actual distribution of income in real societies or about how the structures of wealth and power interact with one another over time. While critics of the neo-classical approach may not have yet produced comprehensive alternative theories which would fit the complexities of modern industrial societies, it is at least arguable that they are asking the more relevant questions and so are more likely to find the right answers.

There is practically nothing in existence by way of a theoretical

explanation of income distribution (excluding abstract growth models applicable to any society) in LDCs; but recent evidence that distribution is very unequal, and in a number of the poorest countries getting considerably worse,³³ has stimulated a great deal of interest in the subject and provoked a spate of recommendations on how this could be remedied. This is, of course, eminently laudable. Most people now agree that more equality would be a good thing, and that the increasing poverty of the poorest sections of the population is a bad thing.³⁴ But *how much equality? And how is it to be achieved?* Here again problems arise with the neo-classical welfare paradigm.³⁵

The initial barriers to saying anything definite about the degree of equality to be achieved arise from the harmony-of-interest and individualistic (especially Paretian) assumptions. If there is harmony of interest, there is a presumption (which then has to be refuted, rather like the presumption of innocence in English law) that nothing much is really wrong with the way the capitalist system functions. If distribution is taken to be undesirable, the presumption is that there is nothing inherent in the economic structure (the capitalist mode of production) which, at that particular level of economic development, causes income distribution to take that form. The exact degree of equality then to be achieved by redistribution is presumed not to be the concern of the economist ('leave it to the government') since the paradigm provides no means of comparing the welfare levels of different distributions. With the addition of a few behavioural assumptions, however, the paradigm does provide a strong *a priori* case that redistribution can have adverse effects on GNP growth by affecting various incentives to save and work.

Before even looking at any evidence for any particular developing country, therefore, certain lines of analysis are already determined by the paradigm. Thus, the *causes* of inequality are not to be traced to anything inherent to the mode of production, but simply to be left at other symptoms of inequality, such as the lack of 'assets' (means of production), education, opportunities, etc. on the part of the underprivileged classes.³⁶ It is not to be asked whether the lack of 'assets' and other privileges is itself a result of the working of the social-political-economic process, because this would imply a disharmony of interest. Then, the *aim* of policy is not to be to achieve 'equality', because this has no particular value in the paradigm, but to achieve 'more' equality, a vague but appealing prescription which can be fulfilled without drastically upsetting the existing distribution of property and power.³⁷ And the *means* of implementing this prescription is to make marginal changes in the other symptoms of inequality within the limits set by the

adverse effects on growth within the capitalist mode of production.³⁸ The basically uncompromising demand for equality is, therefore, greatly diluted by the paradigm by its superficial analysis of the causes of inequality, its inability to attach 'economic' value to any given form of income distribution, and its basic 'vision' of harmony.

The discovery that there is a U-shaped relationship between inequality and levels of *per capita* GNP, with inequality rising with growth from very low levels and falling at higher levels, lends a comforting backdrop to this sort of *a priori* reasoning. Obviously, if 'more' equality is achieved automatically with higher incomes, no strong measures for reform are really called for, certainly nothing which challenges the legitimacy of capitalist forms of ownership. This backdrop serves to obscure moral misgivings about the goodness of income distribution in existing rich capitalist societies and also to gloss over the long and arduous struggles which have taken place historically in order to get even that far.

As for policy measures, we are back at the 'leave it to the government' problem. While recent discussions of the subject have given up the earlier naïve assumption that appropriate taxes and subsidies could very simply solve the maldistribution problem, and have incorporated some awareness of 'constraints' set by political factors, they have not been able to surmount the barrier between economics and politics set up by the conventional paradigm, and are unable to come to grips with a theory of the state which incorporates both. Thus, reams are written about detailed plans by which governments can achieve 'more' equality, and a small rider is added that political 'constraints' may prevent these plans from being realised, and which renders the whole analysis largely superfluous. The World Bank/IDS book again provides a clear illustration. What is the point of recommending welfare indices with distributional weights, backed by a host of redistribution strategies, when, as Bell notes in an unusually frank chapter on 'The Political Framework', the chances of success are very small?

There are a number of régimes for which the strategy proposed in this volume is 'out of court'. Some are dominated by entrenched élites who will relinquish nothing to the underprivileged except under duress of armed force. Others have attacked successfully the causes of poverty by means far more direct and radical than those discussed here. Yet that still leaves a considerable range of societies for which the strategy is at least plausible, even though in some of them the likelihood that it will be adopted with any vigour is remote. In such cases, the key factor

is the emergence of a coalition of interests able to grasp power which sees some advantage in implementing a redistributive strategy, despite the fact that some sections of it stand to lose thereby.³⁹

Surely the proper subject for study should then be the determinants of the political-economic conditions which have *caused* changes in distribution and not the symptoms (better 'asset' distribution or more services for the poor) which have accompanied them. Yet this cannot be undertaken within the conventional paradigm, which dooms its analyses of such topics to practical sterility or irrelevance. A more realistic approach, on the other hand, condemns the paradigm.

II. EFFICIENCY

There are only two aspects of the conventional notion of 'efficiency' that I wish to discuss here. The first concerns the concept of 'efficient production' in LDCs as judged by the market-orientated criteria of neo-classical welfare economics, and harks back at the discussion above of 'real' and 'artificial' needs. One of the basic theses of the neo-classical paradigm is that 'any work receiving a market remuneration is productive work, and, if the market is competitive, the remuneration will be proportional to the productivity at the margin. No economically significant distinction can be drawn between a machine operative and a salesman, between an engineer and an advertising employee.'⁴⁰ There is, and the former discussion should have clarified why, no room here for a classical-Marxist distinction between productive and unproductive labour in positive terms, or between need-fulfilling and need-creating work in welfare terms. Yet there are many instances in LDCs where we might feel it incumbent upon us to make such a distinction, between efficient work which fulfils real needs and inefficient (or undesirable) work which distorts them: we might, in other words, wish to redefine 'efficiency' with reference to welfare criteria not tied to market success in a capitalist mode of production. This is ruled out by the limitations and assumptions of the paradigm, which then renders a discussion of some important facets of, say, multinational activity in LDCs very difficult and often incoherent.

The second notion of 'efficiency' concerns the application of appropriate technology. It is freely admitted by conventional writings on LDCs that the technology used in manufacturing industry, while it may be 'efficient' in an engineering sense, is not 'efficient' economically because it is excessively capital-intensive for the needs and endowments

of LDCs. The general recommendation is that factor prices should be corrected and subsidies provided for the market to come up with a suitable intermediate technology. Some recent writing goes much further.⁴¹ It questions the neo-classical assumption of smooth and continuous production functions, and argues that, given various rigidities, the nature of the technology employed cannot be changed without changing the sorts of (inappropriate) goods which are produced. It also argues that many factor-price 'distortions' which lead to the wrong choice of technology are in fact created by political pressures by local and foreign élites, and that science and research policies in LDCs, which may be expected to produce alternative technologies, are themselves subject to the same structural distortions which prevent the adoption of appropriate technology by industrialists.⁴²

These new analyses have large elements of truth in them, and it is clear that they contravene the orthodox paradigm in many ways: they challenge the rationality of consumers' preferences and the neutrality of governments, and implicitly they also reject the harmony-of-interest assumption. However, by starting from within this paradigm they are unable to analyse whether the development of the capitalist mode of production *itself* determines the sort of technology which is adopted in all the areas (developed or underdeveloped) of its operation. If it is the case that the most 'efficient' technology in the advanced countries is also the most 'efficient' one for most (perhaps not all) industries in poor countries because it helps in establishing the supremacy of the capitalist mode of production, forging links with the leading capitalist enterprises and markets, and securing the hegemony of one class over another, then it is somewhat misguided to argue for reforms within the existing structure to solve this 'problem'.⁴³ The 'problem' can only be solved by breaking out of the structure itself—a conclusion reached by many of the economists cited, but in a far more roundabout fashion.

C INTERNATIONAL ASPECTS

A brief consideration of some aspects of the conventional welfare paradigm as it affects international economic relations will serve to round off this discussion. In the field of trade theory the usual assumptions of the paradigm are (implicitly) supplemented by the assumption of harmony of interest between nations, and the familiar theorems of comparative advantage, benefits from trade and investment, etc. follow automatically. There are, however, four sorts of disharmony which can occur in international economic relations, some

of which damage the conventional paradigm while others can be accommodated with some qualifications to the standard theories.

First, there may be disharmony between the *governments* of two countries, simply in the sense that one wishes to dominate or influence the other for economic or other benefits. The most obvious case is, of course, historical imperialism, any analysis of which immediately threatens the ideological basis of conventional economics. Aid is a more recent example. The self-seeking and political ('imperialistic') use of aid policies by major donors is hardly a fact which arouses much scepticism now,⁴⁴ and this casts some doubt on the harmony and neutrality assumptions. However, one can, if one believed in the paradigm strongly enough, regard this sort of non-economic influence as legitimate, or simply irrelevant to the 'economic' issues involved.

Second, there may be disharmony between nations as regards the *distribution of benefits* arising from trade and investment. A great deal of trade takes place under conditions where the bargaining strength of the trading partners is of decisive importance in determining the allocation of benefits: the convenient fiction of a competitive market price simply does not hold. This is obviously true of trade in many primary commodities where vertically integrated multinationals can set world prices themselves: in these days of the 'New International Order' one can hardly doubt the strength of feeling on the part of LDCs that they have been hard done by on this account. It is also true of many manufactured commodities where trade is heavily dominated by multinationals. Not only do they preponderate in the production and selling of these commodities on world markets, a substantial part of trade actually takes place *within* the firms themselves, with benefits being allocated on principles which have little to do with received trade theory.⁴⁵ Similarly for international sales of technology, or skills, or marketing advantages: there are clear conflicts where the impersonal laws of competitive markets, and the welfare formulae derived therefrom, have little significance.

These are, it must be noted, more criticisms of the particular way in which trade theory has abstracted from reality than of the neo-classical paradigm as such. In so far as it is simply a problem of introducing such imperfections as *bargaining* into the picture, no serious hindrance is created to the continued use of neo-classical premises. To launch a *real* attack on these premises would require that the critique of conventional competitive assumptions be reinforced by a demonstration that trade and investment, consistently and over a long period, result in a *one-sided* exchange, with the developed world (or multinationals) *consistently*

exploiting the LDCs.⁴⁶ Many neo-Marxist economists have in fact argued this, without making much of a dent on the main body of traditional trade theory; even without using Marxist concepts, however, it is arguable that the balance of power is such that the imperfect working of market forces may lead to some countries (or firms) possessing inherent and long-run superiority over others.⁴⁷ A fairly mild admission to this effect may have serious implications for welfare theory related to trade, but it is doubtful if such an admission would be made.

Third, there may be disharmony between nations as regards the *distribution of production*. Critics of some static versions of comparative cost theory have long argued that the application of this theory to LDCs condemns them to a backward and stagnant production structure. Moreover, a glance at the history of LDCs shows that in many cases this structure was directly or indirectly imposed by imperial policy. The first is not a serious criticism of neo-classical trade theory; the second is, but may be countered on the ground that 'things ain't what they used to be'. Thus, today, the growth of multinationals, the transfer of technology and the enlargement of world markets (unfortunately held back by protectionist measures) have created proper conditions for international specialisation based on dynamic comparative advantage: such a neo-classical argument has considerable weight and validity, at least within its capitalist framework. There is, in my view, no sound basis for attacking this argument *as such*, relying on the existence of disharmony between countries.⁴⁸ The only sustainable critique can come from a questioning of the premises on grounds indicated in earlier sections, i.e. the implicit definition of welfare, the defence of individual preferences, government neutrality and the like, and *not on grounds of country-wide conflict*. In other words, trade theory may be criticised, not for promoting policies which *hold back a capitalist form of development* (which many opponents accuse it of doing), but precisely *for advocating such a course*.

Fourth, there may be disharmony *between classes* in the traditional Marxist sense. How this affects trade theory as a distinct branch of economics is not at all clear, beyond the sorts of points which have already been made in the previous sections. In general, trade and investment may be regarded as the most important means of spreading the capitalist mode of production internationally, and any welfare theory which purports to show that they are promoting the well-being of LDCs may be exposed to the same criticisms as are directed at the mode of production itself. And, in so far as the neo-classical paradigm is found wanting on this count, the trade theory built upon it will be found similarly wanting. Many critics of conventional trade theory weaken

rather than strengthen their case by attacking it on other grounds (such as bargaining or location of production).

IV CONCLUSIONS

This paper has tried to outline the main assumptions and judgements that underlie conventional welfare economics, and to show how its application to the situation of LDCs results in difficulties and contradictions. There is little doubt that these difficulties are felt, in a more or less acute form, by many economists who work on development, and that the structure of the welfare paradigm itself serves to perpetuate the problems or direct the search for solutions along unsuitable lines. A resolution of the conceptual conflict can be brought nearer by using a paradigm based on classical or Marxian lines of 'political economy'. This alternative paradigm has not been directly discussed here, and, in particular, the differences between Marxian and non-Marxian political economy have not been analysed: my aim has been much more limited, to show how conceptual frameworks are rooted deeply in unquestioned, and in some ways unquestionable, premises, and cannot be adapted to changing needs and values except by fundamental reappraisal. It is evident that such a reappraisal is imperative in development economics.

NOTES

1. I am grateful to Peter Baiacs, Giorgio Gagliani, Keith Griffin, Paul Streeten and Rosemary Thorp for comments and discussions.

2. For a clear and concise exposition of the value judgements of conventional welfare economics (but not its ideological basis) see Rowley and Peacock (1975), who provide an excellent critique of Paretian welfare theory from a liberal standpoint (which is itself subject to some of the problems discussed here).

3. See Kuhn (1962) and Foster-Carter (1976).

4. Schumpeter (1954) sees this 'vision' as a 'pre-analytic cognitive act' which necessarily precedes any scientific analysis, though he argues that such 'ideological' factors have played a small role in much of recent economic thinking. This is strongly challenged by Dobb (1973) and Meek (1967). For a devastating critique of the philosophical methods used to justify the neutrality and scientific nature of neo-classical economics, see Hollis and Nell (1975).

5. One of the best works on the subject of values and ideology in economics is still Myrdal's book, first published in German in 1932 and much later in English (in 1953), on what he terms 'the political element' in economic theory.

Also see Dobb (1973), Lange (1963), Nath (1969), Robinson (1962) and Streeten (1963).

6. As with Rowley and Peacock (1975), mentioned above, from the liberal point of view.

7. *Ibid.*, pp. 1 and 22-3. Emphasis added.

8. Lange is one of the major contributors, and while admiring the contribution to 'praxiology' of bourgeois economics, he clearly perceives (and severely criticises) its ideological justification of capitalism. See Lange (1963), vol. I.

9. This ideological assumption is also at the base of the great bulk of political, sociological, ethical and historical thinking, where problems of the sort discussed here also arise.

10. This itself leads to severe difficulties of how such 'functions' are to be formulated from individualistic premises, the best known being the Arrow-General Impossibility theorem. There is now a large and highly sophisticated literature on the problems of collective choice, the relevance of which to economic practice is not very clear: for a concise and lucid discussion, however, see Sen (1970). In development economics a less demanding rule is often imposed by judging 'welfare' with reference to 'objective functions' set by the government or by economic planners. This is based on a strong interpretation of the state-power assumption discussed below and is in direct conflict with the strict Paretian and liberal views of welfare.

11. The logical positivist approach, though obviously not necessary to support a methodology which takes the legitimacy of capitalism for granted, has in fact been used as the main philosophical tool for rejecting analyses of society based on class. As an epistemological theory, however, it suffers from crippling drawbacks, as Hollis and Nell (1975) argue at great length; in particular, its analytic-synthetic distinction is shown to be fatal, and a rationalist approach is proposed in its stead.

12. This sort of 'interdependence' has long been ignored in conventional welfare economics, but it can be taken into account (albeit uneasily) by sufficient mathematical manipulation of conventional welfare concepts. See references in ch. 3 of Rowley and Peacock (1975) and Becker (1974).

13. There is a vast literature on the subject which cannot be referred to here, but see the last chapter of Dobb (1973) and an extremely useful article by Rowthorn (1974) for a summary view.

14. Vaizey (1975) p. 12.

15. Sraffa's commodity production model is very similar to Marx's own schema (see Meek (1967), essay 10) and can be used fruitfully to extend Marxist analysis (the most recent example being Bose (1975)).

16. Analysed with wit and penetration by Myrdal (1953). See also Bose (1975), ch. 3, and Rowthorn (1974). The Hollis and Nell book, unfortunately, talks in terms of 'classical-Marxian economics' and does not bring out the real distinction between these two schools.

17. The distinction between 'oppression', which is the prevention of a particular class from the direction of its own affairs, and 'exploitation', which is the appropriation of surplus value arising from the coercive nature of capitalist production, is important, but we shall not dwell on it further here. For a brief exposition see Henry (1975).

18. See, for instance, the survey and critique of class theories by Giddens (1973) and Poulantzas (1975).

19. On 'unconnected' preferences and the problems raised by particular types of interdependent preferences, see Sen (1973).

20. For a strong statement of this line of attack on welfare economics, see Gintis (1972).

21. Liberals appear to be more realistic in this respect than Paretians, according to the case presented by Rowley and Peacock (1975). They accept that preferences are changeable and that existing preferences are not the ultimate data for economic analysis; in fact, they envisage 'exercising all reasonable means of persuasion available . . . short of coercion, to alter the preferences of those who would encourage illiberal policies' (p. 97). Like Paretians, however, liberals take for granted the overall ideological conditioning of capitalist societies.

22. Modern liberals differ from the Paretians again, by admitting the possibilities of influence, coercion, propaganda and bribery (based on Breton (1974)). They also differ from Paretians in giving the *minimum possible* economic role to the state, while the Paretians are quite willing to have state intervention under specified conditions (see Rowley and Peacock).

23. The role of *ceteris paribus* clauses is crucial: it enables economists to dismiss political problems by assuming that there is an ideal role for the state towards which it will *naturally* tend over time, and so allows them to treat even the most glaring misuses of state power as temporary deviations. See also footnote 9.

24. Marxist theories of the state are still relatively undeveloped, but see Poulantzas (1973) and (1975) for a general theoretical discussion, and Alavi (1972) and Leys (1975) for the application of class theories to state power in less developed countries.

25. There are other problems, concerning comparisons for *per capita* incomes between countries, the value of 'non-quantifiables' like environment etc., and the correct accounting of transactions taking place in non-monetized subsistence sectors in LDCs but these are not germane to the present argument and will be ignored here.

26. This is the method proposed by Little and Mirrlees (1974).

27. Lancaster (1966) introduced the concept of 'characteristics' of products into demand theory, but stayed firmly within the bounds of that theory by taking preferences as the ultimate data and refusing to pass any normative judgement on the characteristics themselves.

28. As Stewart (1974) has done persuasively.

29. The phenomenon of over-specified, over-differentiated and over-promoted products is, of course, not restricted to such marginal needs in LDCs as cars or stereo sets; it applies equally to such essentials as food products (see Horst (1974)) and medicines (Lall (1974)).

30. See, for instance dos Santos (1970). The distortion is not just one which offends a moral judgement about ostentatious and luxury consumption in very poor countries; it may also have damaging effects on health and physical welfare. For instance, the promotion campaigns of baby food manufacturers in LDCs has affected poor, illiterate mothers in such a way that 'unknown thousands of babies were being fed over-diluted milk from unsterilized bottles

and were therefore exposed to disease and malnutrition'. *The New Internationalist* (1975).

31. Stewart (1975) pp. 36-7.

32. Sen (1973a) p. 6. The early Utilitarians were seriously concerned with distribution, but Myrdal (1953) describes how their radical conclusions were sterilised by later liberals.

33. Adelman and Morris (1973) and Chenery *et al.* (1974).

34. This should not obscure the fact that in the early days of development economics, for example Lewis (1954), increases in inequality were recommended, with some protestations of regret, of course, in order to increase growth.

35. For an illustration, see Chenery *et al.* (1974).

36. Although definitive statistical analyses are lacking, it is quite plausible to associate much of the variation in income at the lower levels with a lack of human skills, as well as lack of ownership of physical capital and access to complementary assets and other inputs'. *Ibid.*, p. 44.

37. 'The preceding section suggests that the objective of distributive justice is more usefully conceived of as accelerating the development of the poorer groups in society rather than in terms of relative shares of income'. *Ibid.*, p. 45.

38. . . . in areas such as land ownership and security to tenure, some degree of asset redistribution is an essential part of any program to make the rural poor more productive. . . . Beyond this essential minimum, a vigorous policy of investment reallocation in a rapidly growing economy may well be a more effective way of increasing the productive capacity of the poor than redistribution from the existing stock of assets, which is likely to have a high cost in social and political disruption'. *Ibid.*, p. 49.

39. *Ibid.*, p. 71-2.

40. Hollis and Nell (1975) p. 215.

41. See Helleiner (1975); Morawetz (1974) and Stewart (1974).

42. Cooper (1974).

43. This is not contradicted by the fact that certain countries can fit into the international capitalist structure by specialising in the production of labour-intensive goods. On the contrary, such a development is an intrinsic part of the uneven spread of the capitalist mode of production, and in no way impedes its development. A real challenge is mounted only if the new 'appropriate' technology effectively upsets the structure of class relations of the expanding capitalist mode.

44. See Hayter (1971).

45. See Lall (1973).

46. It may also be done by adopting a non-neoclassical (Ricardian or Marxist) framework where it can be shown that under certain conditions, even given perfect competition in product markets, there occurs 'unequal exchange' between developed and developing countries. (See Emmanuel (1972).) As this involves explicitly using a non-conventional paradigm, however, I have not discussed it any further.

47. This is argued with respect to technology by Griffin (1974).

48. Though many 'dependence' economists have done so, their case is not very convincing. See chapter 1.

REFERENCES

- Adelman, I., and Morris, C. T. (1973). *Economic Growth and Social Equity in Developing Countries* (Stanford: Stanford University Press).
- Alavi, H. (1972). 'The State in Post-colonial Societies: Pakistan and Bangladesh'. *New Left Review* (July-August) pp. 59-82.
- Hecker, G. (1974). 'A Theory of Social Interactions'. *Journal of Political Economy* (November-December) pp. 1063-94.
- Bose, A. (1975). *Marxian and Post-Marxian Political Economy* (Harmondsworth: Penguin).
- Breton, A. (1974). *The Economic Theory of Representative Government* (London: Macmillan).
- Chenery, H. B., Ahluwalia, M. S., Bell, C. L. G., Duloy, J. H. and Jolly, R. (1974). *Redistribution with Growth* (London: Oxford University Press).
- Cooper, C. (1974). 'Science Policy and Technological Change in Underdeveloped Economies'. *World Development* (March) pp. 55-64.
- Dobb, M. (1973). *Theories of Value and Distribution since Adam Smith: Ideology and Economic Theory* (London: Cambridge University Press).
- Dos Santos, T. (1970). 'The Structure of Dependence'. *Am. Econ. Rev. Papers & Proc.*, pp. 231-36.
- Emmanuel, A. (1972). *Unequal Exchange* (London: New Left Books).
- Foster-Carter, A. (1976). 'From Rostow to Gunder Frank'. *World Development* pp. 167-80.
- Giddens, A. (1973). *The Class Structure of the Advanced Societies* (London: Hutchinson).
- Gintis, H. (1972). 'A Radical Analysis of Welfare Economics and Individual Development'. *Quarterly Journal of Economics.*, pp. 572-99.
- Griffin, K. (1974). 'The International Transmission of Inequality'. *World Development* (March) pp. 3-16.
- Hayter, T. (1971). *Aid as Imperialism* (Harmondsworth: Penguin).
- Helleiner, G. (1975) 'The Role of Multinational Corporations in the Less Developed Countries' Trade in Technology'. *World Development* (April) pp. 161-90.
- Henry, J. F. (1975). 'Productive Labour, Exploitation and Oppression—a Perspective'. *Australian Economic Papers* (June) pp. 35-40.
- Hollis, M. and Nell, E. (1975). *Rational Economic Man: A Philosophical Critique of Neo-Classical Economics* (London: Cambridge University Press).
- Horst, T. (1974). *At Home Abroad. A Study of the Domestic and Foreign Operations of the American Food-Processing Industry* (Cambridge, Mass.: Ballinger Publishing Company).
- Kuhn, T. S. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: University of Chicago Press).
- Lall, S. (1973). 'Transfer Pricing by Multinational Manufacturing Firms'. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics* (August) pp. 173-95.
- Lall, S. (1974). 'The International Pharmaceutical Industry and Less-Developed Countries, with Special Reference to India'. *Oxford Bulletin of Economics & Statistics* (August) pp. 143-72.
- Lancaster, K. J. (1966). 'A New Approach to Consumer Theory'. *Journal of Political Economy.* (April) pp. 132-57.

50 *Developing Countries in the International Economy*

- Lange, O. (1963), *Political Economy*, vol. I (Oxford: Pergamon Press).
- Lewis, W. A. (1954), 'Economic Development with Unlimited Supplies of Labour', *Manchester School*, pp. 139-91.
- Leys, C. (1975), *Underdevelopment in Kenya: The Political Economy of Neo-Colonialism* (London: Heinemann).
- Little, I. M. D. and Mirrlees, J. A. (1974), *Project Appraisal and Planning for Developing Countries* (London: Heinemann).
- Meek, R. L. B. (1967), *Economics and Ideology and Other Essays: Studies in the Development of Economic Thought* (London: Chapman & Hall).
- Morawetz, D. (1974), 'Employment Implications of Industrialisation in Developing Countries: a Survey', *Economic Journal* (September) pp. 491-542.
- Myrdal, G. (1953), *The Political Element in the Development of Economic Theory* (London: Routledge & Kegan Paul). Translated from the 1932 German edition by P. P. Streeten.
- Nath, S. K. (1969), *A Reappraisal of Welfare Economics* (London: Routledge & Kegan Paul).
- New Internationalist*, *The* (1975), 'Kicking the Bottle', (March) pp. 13-15.
- Poulantzas, N. (1973), *Political Power & Social Classes* (London: New Left Books).
- Poulantzas, N. (1975), *Classes in Contemporary Capitalism* (London: New Left Books).
- Robinson, J. (1962), *Economic Philosophy* (London: C. A. Watts).
- Rowley, C. K. and Peacock, A. T. (1975), *Welfare Economics: a Liberal Restatement* (London: Martin Robertson).
- Rowthorn, B. (1974), 'Neo-classicism, Neo-Ricardianism and Marxism' *New Left Review* (July-August) pp. 63-87.
- Schumpeter, J. A. (1954), *History of Economic Analysis* (London: Allen & Unwin).
- Sen, A. K. (1970), *Collective Choice and Social Welfare* (San Francisco: Holden-Day).
- Sen, A. K. (1973), 'Behaviour and the Concept of Preference', *Economica*, pp. 241-59.
- Sen, A. K. (1973a), *On Economic Inequality* (Oxford: Clarendon Press).
- Stewart, F. (1974), 'Technology & Employment in LDCs', *World Development* (March) pp. 17-46.
- Stewart, F. (1975), 'A Note on Social Cost-benefit Analysis and Class Conflict in LDCs', *World Development* (January) pp. 31-9.
- Streeten, P. P. (1963), 'Values, Facts and the Compensation Principle', in E. von Beckerath and H. Giersch (eds), *Probleme der Normativen Ökonomik und der Wirtschaftspolitischen Beratung* (Berlin: Verlag von Duncker and Humboldt) pp. 164-79.
- Vaizey, J. (1975), 'In Defence of General Economics', *Australian Economic Papers* (June) pp. 1-13.

1. LAS CUESTIONES PRINCIPALES *

A. R. Prest y R. Turvey

CONSIDERACIONES PRELIMINARES.

Planteamiento del problema

EL ANÁLISIS costo-beneficio es una forma de presentación de los factores que deben tomarse en cuenta cuando se hacen ciertas elecciones económicas. La mayoría de las elecciones a las que se ha aplicado se refieren a proyectos y decisiones de inversión: si conviene o no un proyecto particular, cuál es el mejor de varios proyectos alternativos o cuándo debe iniciarse un proyecto particular. Sin embargo, podemos aplicar el término "proyecto" en forma más general. El análisis costo-beneficio puede aplicarse también a los cambios propuestos de leyes o regulaciones, a nuevos sistemas de determinación de los precios, etcétera. Un ejemplo son las propuestas de regulación del tráfico en las carreteras urbanas. Tales esquemas implican elecciones económicas similares a las de los proyectos de inversión. En virtud de que la elección involucra la maximización, debemos analizar qué es lo que desean maximizar quienes toman las decisiones. La siguiente es la formulación que, como descripción, cubre mejor la mayor parte de los análisis costo-beneficio examinados en la bibliografía que vamos a reseñar: el objetivo es la maximización del valor presente de todos los beneficios menos todos los costos, sujetos a restricciones especificadas.

Esta formulación es muy general pero por lo menos nos permite plantear una serie de interrogantes cuyas respuestas constituyen los principios generales del análisis costo-beneficio:

- 1) ¿Cuáles costos y cuáles beneficios deben incluirse?
- 2) ¿Cómo deben valorizarse?
- 3) ¿A cuál tasa de interés deben descontarse?
- 4) ¿Cuáles son las restricciones aplicables?

Por supuesto, inevitablemente existirá cierto grado de arbitrariedad cuando se clasifiquen las cuestiones bajo estos cuatro rubros.

* Extractado de A. R. Prest y R. Turvey. "Cost-benefit analysis: a survey", *Economic Journal*, vol. 75, 1965, pp. 655-705.

Una cuestión general

Antes de ocuparnos por su orden de cada uno de estos interrogantes, conviene examinar una cuestión que implica algo más. Tal cuestión surge debido a que las condiciones de un bienestar máximo no tenderán a existir en toda la economía. Si existieran, de modo que la asignación de recursos fuese óptima, la tasa marginal social de preferencia del tiempo y la tasa marginal social de rendimiento de la inversión (ajustada por el riesgo) coincidirían. Entonces una tasa única de interés serviría para comparar los beneficios y costos de fechas distintas y para medir el costo de oportunidad de la inversión privada desplazada por la necesidad de proveer recursos para los proyectos en cuestión. Sin embargo, tal como ocurren las cosas no hay una tasa singular de interés que realice ambas funciones en forma simultánea; en un mundo no óptimo deben medirse dos cosas, no una.

Varios autores han examinado este problema, entre ellos Eckstein (1958; 1961), Steiner (1959), Marglin (en Maass y otros, 1962) y Feldstein (1964a, b y c). Sugieren que los costos y beneficios de un proyecto son las corrientes temporales del consumo sacrificado y proveído por ese proyecto. El carácter de este enfoque se advierte claramente en las observaciones de Feldstein sobre el costo social de oportunidad de los fondos transferidos del sector privado al sector público:

Una parte del dinero retirado del sector privado disminuye el consumo de inmediato. Una libra transferida del consumo en un año particular tiene, por definición, en ese año un valor social de £1. Pero una libra transferida de la inversión privada tiene el valor descontado del consumo futuro que hubiere ocurrido si la inversión se hubiese realizado. La inversión original genera una corriente de ingreso para los inversionistas y los trabajadores. Parte de este ingreso se gasta en consumo y el resto se invierte. Cada una de estas inversiones subsiguientes genera una nueva corriente de ingreso y por ende de consumo y de nueva inversión. El resultado final es una corriente temporal de consumo agregado generada por la inversión original. El valor corriente de este agregado es el costo social de oportunidad de la disminución de la inversión privada en una libra (Feldstein, 1964c).

La aplicación de este enfoque tanto a los costos como a los beneficios produce una expresión complicada para el valor presente de los beneficios menos los costos de un proyecto. Nadie ha podido aún cuantificar tales expresiones,¹ de modo que por ahora

¹ En verdad puede resultar difícil la estimación de muchos de los parámetros y variables necesarios para el cálculo del beneficio social neto (Feldstein, 1964a, p. 126).

el enfoque sólo puede servir como patrón de referencia para enjuiciar formas más simples pero más practicables de enfoque del problema. Mientras tanto advertimos que el problema surge en la medida en que: *i*) los beneficios de un proyecto se reinvierten o crean nuevas oportunidades de inversión, o bien *ii*) algunos de los fondos empleados en el proyecto se habrían invertido de otro modo, o el proyecto anula la posibilidad de otro proyecto de inversión mutuamente excluyente. Si no se da alguna de estas condiciones, en otras palabras, si los beneficios y los costos consisten exclusivamente en consumo (respectivamente proveído e impedido por el proyecto en forma directa), no se presentan estas complicaciones y el problema se reduce a la elección de una tasa de descuento de la preferencia social del tiempo adecuada.

LAS CUESTIONES PRINCIPALES

Enumeración de los costos y beneficios

Definición de un proyecto. En la mayoría de los casos estandarizados el alcance y la naturaleza de los proyectos a ser analizados al análisis costo-beneficio. Sin embargo, para considerar las posibilidades debemos observar que si una autoridad de los proyectables de la producción de los bienes A y los B (McFean (1953), entre los proyectos de inversión de bienes A de descripción debe tomar en cuenta el efecto de la producción de los bienes A sobre su producción de bienes B. Hay aquí toda clase de complicaciones: las relaciones entre los bienes A y B pueden encontrarse del lado de la oferta o de la demanda, pueden ser directas (en el sentido de que A influye sobre B) o indirectas (en el sentido de que A influye sobre C, que a su vez influye sobre B), etcétera. Un ejemplo es el de las operaciones de una autoridad responsable de una larga faja de río; si construye una presa río arriba afectará el nivel del agua, y por tanto las operaciones de las presas existentes o potenciales río abajo. La construcción de una carretera rápida, que en sí misma agilice el tráfico y reduzca los accidentes, puede conducir a más congestionamiento o más accidentes en los caminos alimentadores si éstos no son objeto de mejoras. Esto sólo quiere decir que cuando haya relaciones importantes del lado de la oferta o de la demanda deben tomarse en cuenta en los cálculos costo-beneficio. Volveremos más adelante sobre este punto (véase la p. 101) cuando examinemos los criterios de inversión.

Efectos externos. Ahora entramos al examen de la clase general de costos y beneficios que afectan a entidades distintas de la responsable de un proyecto, y de la cuestión igualmente amplia relativa a la medida en que la entidad responsable deba tomar

en cuenta tales costos y beneficios. Examinaremos los principios generales implicados para luego aplicarlos a casos particulares.

McKean examina ampliamente la distinción entre las derramas tecnológicas y las pecuniarias.² Lo esencial es que los autores de proyectos de inversión pública *deben* tomar en cuenta los efectos externos de sus acciones por cuanto modifiquen las posibilidades de producción física de otros productores o las satisfacciones que pueden obtener los consumidores de recursos dados; y *no deben* tomar en cuenta los efectos laterales si sólo afectan los precios de productos o factores. Un ejemplo del primer tipo se produce cuando la construcción de una presa por la autoridad de una cuenca fluvial río arriba implica mayor dragado por la autoridad de río abajo. Un ejemplo del segundo tipo ocurre cuando el mejoramiento de un camino produce mayor rentabilidad para los talleres mecánicos y los restaurantes situados sobre ese camino, mayor empleo de mano de obra en estas empresas, mayores rentas para los terratenientes de estos lugares, etcétera. En general esto *no* será un beneficio adicional que deba acreditarse a la inversión en el camino, aun si la rentabilidad de un canal, etcétera, de los talleres de un camino no se contrarresta y la menor rentabilidad de los talleres de otros caminos que se advierte con menos a resultas de la desviación del tráfico. Toda costo social de opere la rentabilidad y todo aumento neto de las privado al ser valores de la tierra es simplemente un reflejo de beneficios del mayor número de viajes realizados, etcétera.

Antes, y si también se incluyeran se estaría haciendo un conteo doble. En otras palabras debemos eliminar los renglones puramente de transferencia o de distribución de una evaluación costo-beneficio: nos interesa el valor del incremento de la producción derivado de una inversión dada, no el incremento del valor de los activos existentes. Dicho de otro modo: medimos costos y beneficios en el supuesto de un conjunto dado de precios y debemos olvidarnos de los cambios incidentales y consecuentes del precio de los bienes y factores.³

Nadie pretenderá que esta distinción sea fácil de mantener en la práctica; puede haber resultados de la inversión que sean en parte tecnológicos y en parte pecuniarios. Tampoco se facilita la tarea de separación por el hecho de que algunas de las transferencias ocasionadas por los proyectos de inversión afectan de modo importante la distribución del ingreso y por ende el patrón de la demanda. Pero como principio rector general la distinción es muy valiosa.

Consideremos ahora la aplicación de este principio. En primer lugar, una entidad que invierte debe tratar de tomar en cuenta

² McKean, 1951, cap. 8.

³ Aparte de las consideraciones necesarias para obtener un indicador del cambio del excedente (véase más adelante, p. 85).

las derramas tecnológicas obvias, como los efectos de las medidas de control de las inundaciones o de las presas de almacenamiento sobre la productividad de la tierra en otros lugares de la zona. En algunos casos no se necesitará ninguna acción explícita; por ejemplo, estos factores pueden ser internos en distintos departamentos de la misma entidad, o la ley puede prescribir algún sistema de compensación. Pero en otros casos debe hacerse por lo menos un intento de corrección de las repercusiones más obvias e importantes. Aunque en principio se requieren correcciones cualquiera que sea la relación entre los organismos interconectados, en la práctica es de esperarse que la presión para tomar en cuenta los efectos laterales sea mucho mayor cuando están involucradas entidades similares; por ejemplo, es más probable que una autoridad local considere a los costos que impone a otros organismos si los principales afectados son otras autoridades locales que si son una gran multitud de individuos.

Beneficios secundarios. La noción de que algunas derramas pecuniarias deben incluirse en los beneficios ha aparecido en forma peculiar en los argumentos relativos a los beneficios secundarios. La discusión norteamericana sobre esta cuestión se ha centrado en los procedimientos de estimación de los beneficios empleados por la Oficina de Colonización respecto de los proyectos de riego. En sus análisis del problema McKean (1958), Eckstein (1958) y Margolis (1957) comienzan por la descripción de estos procedimientos. El principio fundamental puede aclararse observando el caso de la irrigación que se traduce en un aumento de la producción de granos, donde los beneficios directos o primarios se miden como el valor del incremento de la producción de granos menos el aumento correspondiente en los costos de los agricultores.

El aumento de la producción de granos implicará una mayor actividad para los comerciantes en granos, los transportistas, los molineros, los panaderos, etcétera. Por lo tanto, se dice, implicará un aumento en sus ganancias. Si la razón de las ganancias totales de todas estas actividades al valor del grano en la granja es del 48 %, se acreditará el 48 % de los beneficios secundarios del valor del incremento de la producción de granos al proyecto de irrigación. Se les llama beneficios secundarios "derivados". En cambio, los beneficios secundarios "inducidos" son las ganancias adicionales por las actividades proveedoras de los agricultores. La tasa de ganancia se ha calculado aquí, en promedio, como en el 18 % de las compras de los agricultores.

Los tres autores mencionados critican acerbamente estas nociones, tal como las expresó en 1952 la Oficina de Colonización. No reproduciremos paso a paso los argumentos de cada autor; por el contrario, trataremos de ofrecer nuestra propia síntesis.

Quando la producción de un proyecto tiene valor en el mercado, este valor más los excedentes de los consumidores podrán tomarse como la medida del beneficio bruto derivado del proyecto. Pero cuando la producción no se vende o se vende a un precio fijado sólo por referencia a consideraciones de repartición de los costos, hay necesidad de imputar un valor a la producción. Por ejemplo, en el caso del agua de riego se obtiene un valor calculando lo que vale el agua para los agricultores como el exceso de valor del incremento de la producción que permite sobre el costo del incremento necesario de todos los otros insumos de los agricultores. Se plantea ahora la cuestión de si deberíamos imputar un valor al aumento de la producción agrícola así como hemos imputado un valor al agua en lugar de tomar el valor de mercado de dicha producción. Así pues, si suponemos (para simplificar el argumento) que el trigo es el único producto agrícola, que todo el trigo se emplea en la fabricación de harina y que toda la harina se emplea en la fabricación de pan, ¿por qué no valorizar el agua tomando el valor del aumento de la producción de pan y restando el aumento de los costos de los agricultores, molineros y panaderos? El consumo es, después de todo, el objetivo de toda actividad económica; en consecuencia, ¿no es acaso lo importante el valor del aumento de consumo de pan permitido por el proyecto de riego menos el sacrificio de otros consumos involucrados, medido por el aumento de los costos del cultivo, la molinera y el horneado?

18 La respuesta debe ser que un mecanismo de precios que funcione correctamente realiza la función de imputación de valores. No lo hace sólo por lo que toca al incremento de los costos de los agricultores (como supone implícitamente el argumento) sino también en lo tocante al incremento de su producción (como parece negar). La demanda de mercado del trigo es una demanda derivada, así que refleja el valor del pan adicional y los costos marginales de la molinera, el horneado, etcétera. Así pues, la imputación de valores por el analista sólo es necesaria cuando no hay mercado para un producto, es decir sólo para el agua misma.

En consecuencia, concluimos que si se dan en el resto de la economía las condiciones necesarias para una asignación óptima de los recursos, la estimación de los beneficios obtenida mediante el uso del precio del trigo y del precio de los insumos agrícolas constituye una medida adecuada. Dicho en otras palabras, debemos preocuparnos por los beneficios secundarios (o de los costos secundarios) sólo en la medida en que los precios del mercado no puedan reflejar los costos y los beneficios sociales marginales. El problema real en cuanto a los beneficios (y los costos) secundarios es así una cuestión de asignación subóptima.

La vida de los proyectos. Es claro que la estimación de la duración de los proyectos es un proceso muy subjetivo dependiente de las evaluaciones de la duración física de la vida, los cambios tecnológicos, los desplazamientos de la demanda, el surgimiento de productos competidores, etcétera. El efecto de cualquier error dependerá de la tasa de descuento adoptada; cuanto mayor sea dicha tasa menos importantes serán los errores de estimación. Algunas investigaciones parecen demostrar que diversos supuestos acerca de la duración de los proyectos no afectan mucho su viabilidad (Foster y Beesley, 1963). Tenemos aquí, por cierto, un ejemplo del alcance del análisis de sensibilidad, donde los cálculos se repiten muchas veces para distintos valores de las variables. Esta es una herramienta muy importante cuando las estimaciones de costos y beneficios son inciertas.

Valoración de costos y beneficios

Los precios aplicables. Cuando manejamos costos y beneficios que pueden expresarse en términos de dinero, se conviene generalmente en que deben hacerse ajustes a los precios esperados de los insumos y los productos futuros para tomar en cuenta los cambios esperados en los precios relativos de los bienes involucrados (incluidos los cambios esperados en las tasas de interés a través del tiempo), pero no los cambios esperados en el nivel general de precios. El principio fundamental es que todos los precios deben contarse sobre la misma base, y por conveniencia ésta será de ordinario el nivel de precios prevaleciente en el año inicial.⁴ También deben considerarse los cambios futuros en el nivel de la producción; por ejemplo, en los estudios costo-beneficio de los mejoramientos de las carreteras suele tomarse en cuenta la tendencia a largo plazo del crecimiento del tráfico.

Cambios no marginales. Con las excepciones antes mencionadas, se utilizan los precios de mercado para valorar los costos y los beneficios de un proyecto. Surgen dificultades cuando los proyectos de inversión son suficientemente grandes para afectar estos precios. En el caso de los productos finales, los beneficios derivados de la inversión no pueden medirse multiplicando la cantidad adicional de producción por el precio antiguo o el nuevo. El primero daría una sobrestimación y el segundo una subestimación. Lo necesario, como se ha reconocido desde hace mucho tiempo (Dupuit, 1952), es una medida de la adición al área situada bajo la curva de la demanda, que en el supuesto de que la utilidad marginal del dinero permanezca constante es una me-

⁴ Hirschleifer y otros (1960, p. 143) sostienen que en virtud de que la "verdadera" tasa de interés se encuentra por debajo de la "monetaria" cuando se espera un aumento de precios, las tasas de mercado deben ajustarse hacia abajo para tomar esto en cuenta.

dida adecuada del valor monetario de los beneficios generales, en el sentido de que evalúa lo que pagarían los beneficiarios más bien que prescindir de tales beneficios. Cuando la curva de demanda es lineal bastará un promedio no ponderado de los precios anteriores y posteriores; pero se requieren técnicas más complicadas para otras formas de la función de demanda, cuando éstas se conozcan. En el caso de los productos intermedios la curva de demanda es una derivada, de modo que sólo podrá reflejar bien el beneficio social si se satisfacen en todo momento las condiciones del bienestar óptimo. Si así ocurre, el beneficio bruto derivado de un proyecto relacionado con los productos intermedios se mide por el valor de mercado de las ventas más cualquier incremento del excedente de consumidores y de productores respecto de cualesquiera productos finales basados en los intermedios.

Del lado de los costos hay un problema doble, claramente planteado en el tratamiento que hace Lerner de las indivisibilidades (1944). Primero es necesario ajustar los precios de los factores para eliminar todo elemento de renta, el que se medirá por el exceso sobre los ingresos de transferencia en su mejor uso alternativo siguiente. Segundo tenemos un problema exactamente análogo al de la demanda, en el sentido de que a medida que se absorbe mayor cantidad de un factor en cualquier línea de producción aumenta el precio del producto alternativo que podría estar produciendo. Afrontamos entonces la elección entre la valoración de los factores al precio original (es decir, el vigente antes de la expansión de la producción del bien en cuestión), al precio final o a algún nivel intermedio. Si suponemos la linealidad, un precio a la mitad entre el nivel original y el final será el aplicable, como del lado de la demanda. Es obvio que cualquiera de estos dos tipos de ajuste, o ambos, pueden requerirse en un momento dado; en todo caso, los ajustes por las indivisibilidades del lado de los costos tenderán a ser más complejos que los del lado de los beneficios.

Imperfecciones del mercado. Surgen alejamientos del óptimo de Pareto cuando elementos monopólicos u otras imperfecciones de los mercados de bienes o factores son tales que imponen producciones relativas distintas de las que prevalecerían en condiciones competitivas. En estos casos las decisiones de inversión basadas en las valuaciones de costos y beneficios a precios del mercado pueden resultar incorrectas; si no corregimos estas distorsiones podemos asignar mal los proyectos de inversión en diversas industrias.

Este hecho es importante desde varios puntos de vista para las decisiones públicas relativas a la inversión. Primero, si una autoridad pública en posición monopólica se comporta como un

monopolista privado en su política de precios y producción, sus decisiones de inversión no respetarán los principios de la asignación eficiente de los recursos a menos que el grado de monopolio sea uniforme en toda la economía. Segundo, pueden surgir complicaciones cuando haya comportamiento monopólico en una etapa posterior del proceso de producción. Esto puede ilustrarse con el ejemplo de un proyecto de riego que permita el cultivo de mayor cantidad de remolacha y por tanto una mayor refinación de azúcar. Si los refinadores tienen una posición monopólica la demanda de agua de riego de los cultivadores de remolacha no será un indicador suficiente de los méritos del proyecto de riego. Si los refinadores estuviesen produciendo al nivel competitivo (más alto) absorberían más remolacha, y esto influiría a su vez sobre la demanda de agua de riego.

Una tercera ilustración se refiere a las ofertas de factores. Si los salarios que deben pagarse a la mano de obra empleada en un proyecto de inversión incluyen algún elemento de renta y son mayores que sus costos marginales de oportunidad, deberá hacerse una deducción para llegar a una cifra adecuada; deberá procederse a la inversa si los salarios están comprimidos mediante prácticas monopsonías por debajo de sus costos marginales de oportunidad.

Cuarto, los costos medios pueden ser mayores que los marginales. Esto plantea la dificultad bien conocida de que si los precios se igualan a los costos marginales a corto plazo, como debe ser para lograr la eficiencia en el periodo corto, la empresa incurrirá en pérdidas. Se han sugerido varias formas (véase, por ejemplo, Hicks, 1962) de solución a este problema, pero todas ellas tienen defectos. Por ejemplo, pueden imponerse cargas mediante una tarifa de dos partes, pero es probable que esto aleje algunos consumidores cuya valoración marginal del producto exceda a su costo marginal. Pueden intentarse diversos sistemas de cargas discriminatorias, pero ello puede implicar facultades inquisitoriales de las autoridades. Pueden pedirse contribuciones voluntarias, pero se afrontará así la objeción de Wicksell respecto de los bienes colectivos.⁶ Si ninguna de estas soluciones resulta aceptable, debemos estar dispuestos a patrocinar pérdidas. De modo que este es otro caso en que las decisiones de inversión deben divorciarse de los cálculos contables de las ganancias. Por el contrario, tales decisiones deben basarse en nociones de lo que estarían dispuestos a pagar los individuos o de lo que "debería" valer el proyecto para los clientes, como dice Hicks (1962). Debe advertirse que este no es un caso en que los precios de los bienes o factores sean medidas imperfectas de los beneficios y

⁶ Véase más adelante, p. 91.

costos *per se*, sino en que el valor presente de los ingresos netos ya no mide los beneficios.

Todos estos son ejemplos de algo que fundamentalmente constituye el mismo problema: la inaplicabilidad de las reglas de decisiones de inversión derivadas de una situación perfectamente competitiva a un mundo en que no se da tal situación de competencia. Debe advertirse que los ajustes contables necesarios pueden hacerse en dos formas: se corrige el nivel real de los costos (beneficios), o se toman los costos (beneficios) derivados del mercado pero se hace una corrección correspondiente a la estimación de los beneficios (costos). Normalmente, el primero de estos dos métodos sería menos complicado y menos inclinado a provocar confusiones.

Impuestos y controles. La competencia imperfecta constituye sólo un caso de divergencia entre el precio del mercado y el costo o el beneficio social. Otro es el de los impuestos al gasto. La mayoría de los economistas prefiere medir los insumos gravados a su costo de factores más bien que a su valor de mercado, aunque este último sería adecuado cuando la oferta total del insumo en cuestión tuviera elasticidad de cero, por ejemplo un insumo importado sujeto a una cuota estricta. Una posible extensión de este ejemplo particular se refiere al costo de los bienes importados en una economía con alto nivel de protección arancelaria en que podría alegarse que el precio con inclusión del impuesto es la mejor medida del costo social, porque en ausencia de la protección sería menor la tasa de cambio de equilibrio del país. El ejemplo más importante de un impuesto excluido de los costos se da quizá en la estimación del ahorro de combustibles como consecuencia de mejoras en los caminos (Coburn y otros, 1960).

Las decisiones públicas pueden diferir con razón de las privadas en el campo de la inversión también en lo tocante a los impuestos directos. Mientras que las decisiones de las empresas privadas deben tomar en cuenta los pagos de impuestos al ingreso y a las ganancias no ocurre lo mismo en el sector público. Lo que aquí interesa sobre todo es una medida del costo correspondiente al uso de recursos reales,⁶ con exclusión de los pagos de transferencia. Por lo tanto, los impuestos a las ganancias o al ingreso obtenido por un organismo público a resultas de su proyecto carecen de importancia.

⁶ Los gastos gubernamentales adicionales requeridos por el proyecto de una entidad pública deben incluirse como parte de sus costos. Pero no importa que estos gastos se financien o no con impuestos cargados a esa entidad. Cuando se comparan los proyectos públicos con los privados es obvio que hay un patrón común de comparación respecto de las transferencias que recibe y que otorga el gobierno; el patrón más simple consiste en no tomarlas en cuenta.

Como ejemplo de los controles gubernamentales podemos tomar los precios agrícolas de garantía y los controles de la producción. Parece que en los Estados Unidos se han dado casos (por ejemplo el proyecto de la Cuenca del Misuri) en que se hicieron estimaciones de los beneficios derivados de la producción de remolacha ¡sin tomar en cuenta para nada las cuotas de remolacha existentes o si en efecto se permitiría el aumento de la producción de remolacha! Resulta difícil el manejo de refinamientos de esta clase, pero es obvio que debe hacerse algún intento por considerar las discrepancias más patentes.

Desempleo. Cuando hay desempleo surge a veces una divergencia muy importante entre el costo social y el costo privado. Cuando hay un exceso de oferta de cualquier insumo al precio vigente en el mercado, ese precio sobrestima el costo social del empleo de tal insumo. Además, cuando hay desempleo general, el gasto en un proyecto que genere un efecto multiplicador creará ingresos reales adicionales en el resto de la economía. En consecuencia, el uso de valores de mercado para determinar los costos y los beneficios directos de un proyecto sobrestima sus costos sociales y subestima sus beneficios totales (por el monto de los "beneficios inducidos"). En estas condiciones casi cualquier proyecto es mejor que nada para el país, así que para alcanzar la suboptimización los organismos públicos autónomos deben incluir estas consideraciones en sus cálculos de beneficios y costos, y las oficinas sujetas al control central del gobierno sobre sus gastos deben hacer lo mismo por sí solas o por instrucciones de sus superiores. Sin embargo este cuadro sencillo sólo es válido cuando hay una sola cuestión por decidir: ¿deberá iniciarse un proyecto particular o no? Pero tal elección nunca existe en aislamiento. El gobierno puede escoger entre las obras públicas y otros métodos de solución del desempleo. Las oficinas responsables de las obras públicas pueden escoger entre varios proyectos posibles, algunos de ellos mutuamente excluyentes (por ejemplo, la elección entre la construcción de una carretera de cuatro o de seis carriles en una ruta particular). Y no es en modo alguno obvio que las estimaciones de costos y beneficios ajustadas por el desempleo constituyan el instrumento adecuado para tales elecciones.

Los argumentos contra la corrección de los costos por un exceso del precio de mercado de los factores sobre el precio que despejaría su mercado, y contra la inclusión de los efectos multiplicadores en los beneficios, tienen carácter práctico en gran medida⁷ (véase McKean, 1958):

⁷ Pero no del todo; podemos concebir una situación de desempleo donde la asignación de precios sombra se traduzca en un número muy grande de proyectos de inversión que pasen la prueba del costo-beneficio, en realidad

a) Es más fácil considerar el sobreprecio de la mano de obra que se empleará en la construcción u operación de un proyecto que considerar el sobreprecio del equipo, los combustibles, los materiales, etcétera, derivado de que estos insumos también incluyen en sus costos mano de obra con precio exagerado. Pero si sólo se corrigen los costos de la mano de obra del proyecto es posible que la estimación de los costos sociales relativos de la mano de obra y de otros insumos empleados en el proyecto sea peor que en ausencia de toda corrección.

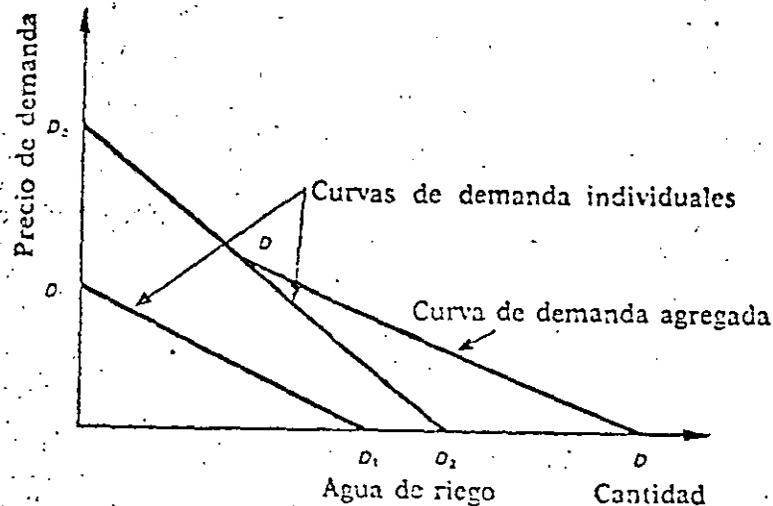
b) La corrección de los costos futuros requiere estimaciones del desempleo futuro. Las oficinas gubernamentales no suelen estar preparadas para tales pronósticos, y es probable que los gobiernos se resistan a proporcionarlos en términos realistas ante la dificultad de mantenerlos fuera del alcance del público.

c) El efecto de un proyecto sobre desempleo depende no sólo del gasto que implica sino también de la forma de su financiamiento, y es posible que quienes realizan el análisis costo-beneficio no la conozcan (tal ocurre, por ejemplo, en el caso de una oficina financiada con donativos del gobierno).

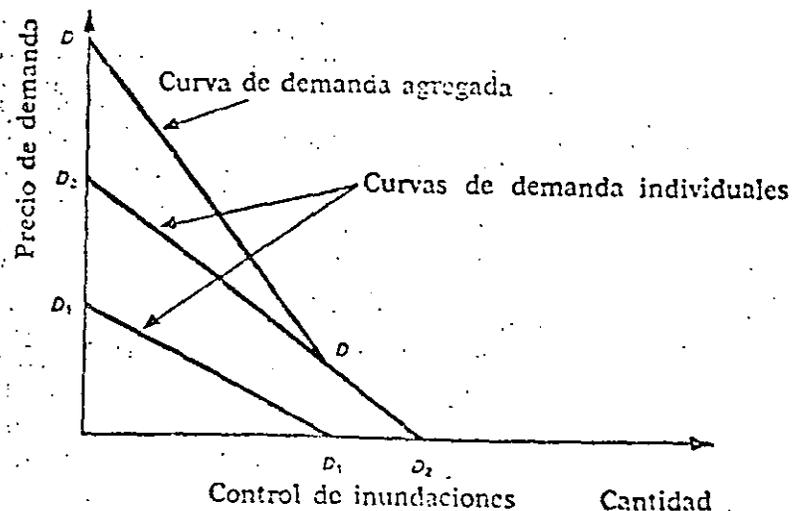
Estos argumentos sugieren que en la mayoría de los casos es preferible que la política de desempleo quede en manos del gobierno central, mientras las oficinas responsables de las obras públicas limitan sus correcciones de los precios del mercado por razón del desempleo (es decir, el precio excesivo) a las divergencias locales o relativas a algún factor de producción especializado. Por ejemplo, el desempleo nacional no debe preocupar a la Junta Nacional del Carbón, pero sí debe interesarle la falta de oportunidades alternativas de empleo para los mineros en ciertos campos carboníferos.

Bienes colectivos. Es claro que los precios de mercado no pueden emplearse para valorar los beneficios que no se dan en el mercado. Este es el problema de los bienes colectivos (Samuelson, 1954; 1955; 1958; Musgrave, 1959; Head, 1962). Lo esencial es que algunos bienes y servicios proveídos por el gobierno tienen carácter colectivo en el sentido de que la cantidad entregada a cualquier miembro del grupo en cuestión no puede variarse independientemente. Por ejemplo, todos los miembros de la población se benefician con el gasto en defensa, todos los habitantes de un distrito dado se benefician con un programa contra la malaria y todos los barcos que se encuentren en las cercanías se benefician con un faro. En las gráficas 1 y 2, tomadas de Bowen (1948), puede mostrarse la diferencia entre los bienes que

un número mayor que el necesario para alcanzar el pleno empleo. El problema consiste en fijar los precios sombra de modo que podamos seleccionar los mejores proyectos pero no tantos que se pase el nivel del pleno empleo.



GRÁFICA 1. Bienes vendibles en el mercado.



GRÁFICA 2. Bienes colectivos.

pueden manejarse por separado en el mercado y tales bienes colectivos.

Mientras que la agregación de las curvas de demanda individuales se obtiene en el caso de la gráfica 1 mediante la suma horizontal, se da mediante la suma vertical en el caso de la gráfica 2. Esto refleja el hecho de que, si bien pueden diferir los individuos

en cuanto a su valoración marginal de una cantidad dada de un bien, todos consumen la misma cantidad, porque cada unidad es consumida por todos ellos. Por ejemplo, el control de inundaciones proveído a individuos distintos es un producto conjunto.

Desde Wicksell se ha reconocido que todo intento por lograr que los consumidores revelen sus preferencias en cuanto a los bienes colectivos naufraga en la roca de que lo racional para cualquier consumidor individual será minimizar su demanda, esperando que así se le relevará de una parte o la totalidad de su contribución al costo sin afectar la cantidad obtenida. Varios autores (sobre todo Lindahl) han tratado de encontrar salidas a este estancamiento, pero no parece que alguien lo haya conseguido. En realidad las dificultades se han multiplicado en lugar de disminuir, ya que Samuelson (1954; 1955; 1958) y Musgrave (1959) han demostrado que aun si se pasa por alto el problema de la no revelación de las preferencias surge un obstáculo mayor: el hecho de que no hay una sola solución óptima sino varias.

Lo que aquí interesa es que si los bienes se proveen a precio de cero o a precios que no despejen el mercado y sin relación alguna con las preferencias de los consumidores, no hay bases para llegar a decisiones de inversión calculando los valores presentes de las ventas. Por supuesto, el problema no se aplica sólo a los bienes colectivos; el gobierno puede proveer muchos otros bienes y servicios gratis (o a precios nominales), por diversas razones.

Los intangibles. Algunos costos y beneficios (como el efecto escénico de la construcción de líneas de transmisión de electricidad) no pueden cuantificarse, y otros que sí pueden cuantificarse no pueden valorarse en ningún sentido de mercado (por ejemplo, una disminución de la pérdida de vidas). Tales costos y beneficios han sido llamados intangibles. Es obvio que son importantes en muchos casos y que deben presentarse al tomador de decisiones en la prosa que acompaña a la aritmética del costo-beneficio, puesto que no pueden incorporarse en la aritmética misma. Quizá pueda tenerse alguna idea de su importancia a través de cuestionarios de consumidores, pero debemos tener cuidado con las dificultades bien conocidas que acompañan siempre a tales esfuerzos (Yates, 1960).

Hay una posible excepción en el caso de los bienes cuantificables. La consistencia exige que el costo marginal neto de, por ejemplo, el salvamento de la vida de un ciudadano medio sea el mismo si se logra con la contratación de más agentes de tránsito o con la compra de más ambulancias. Si hubiese consistencia y si se conociera el costo marginal, éste mediría lo que están dispuestos a pagar los tomadores de decisiones por el salvamento de una vida, y por ende podría emplearse en la evaluación de las

vidas salvadas. De modo que la importancia asignada a ciertos "intangibles" se infiere en ocasiones del comportamiento privado o público. Así podríamos sugerir que las normas públicas de complacencia visual en Inglaterra son más exigentes que las normas privadas manifiestas en la mayoría de los jardines.

Elección de la tasa de interés

La tasa social de preferencia del tiempo. Es muy abundante la bibliografía sobre la elección de tasas de interés adecuadas para los proyectos de inversión pública, y no podemos tratar de reseñarla en detalle. Pero partiendo de la constelación de tasas que encontramos en el sector privado deben plantearse varios interrogantes. Aun si pudiésemos seleccionar una tasa única o media a largo plazo libre de riesgo, no está claro el significado que debiera asignársele. De inmediato afrontamos todos los antiguos argumentos acerca de si las tasas de interés del mercado guardan alguna relación estrecha con la productividad marginal de la inversión y la preferencia del tiempo, o si la relación es tan borrosa que se vuelve imperceptible. Esto se debe en parte a la existencia de diversas teorías del interés (neoclásica, keynesiana, robertsoniana, etcétera) y en parte al comportamiento de economías particulares en momentos particulares: ¿intervienen los gobiernos en los mercados de capital con alguna eficacia? ¿cuál es el grado de organización y unificación del mercado de capital de un país?, etcétera. Así están involucradas la teoría pura y las imperfecciones del mercado de capital.

Otro interrogante es si cualquier tasa de interés determinada en el mercado sería suficiente para las decisiones de la comunidad, aun si se acepta la teoría neoclásica y se supone un mercado de capital de funcionamiento perfecto. Algunos autores creen que la preferencia social del tiempo asigna más peso al futuro que la preferencia privada del tiempo, y que aquella es la aplicable en la determinación de la asignación de los recursos actuales de la sociedad entre la inversión y el consumo. A través de los años se han esgrimido varios argumentos en favor de tal proposición. Pigou (1932), por ejemplo, sugirió que los individuos son miopes acerca del futuro ("facultad telescópica defectuosa") y que podría requerirse la intervención gubernamental para ponderar adecuadamente el bienestar de las generaciones futuras.⁸ Más recientemente se han esgrimido otros argumentos que tratan de superar la objeción de que la posición de Pigou es fundamentalmente autoritaria (Eckstein, 1961; Marglin, 1963a). Uno de los argumentos se relaciona en realidad con un tipo especial de efecto externo: que la preferencia de los individuos por el con-

⁸ Pigou, 1932, pp. 24-30.

sumo actual frente al consumo futuro, de ellos o de sus sucesores, será menor si hay algún programa organizado por el gobierno para la imposición de sacrificios a todos —o por lo menos a una gran parte de la población— que si se abandona la solución al mercado. En términos más generales, podríamos seguir las directrices indicadas por Feldstein (1964b), y distinguir entre: 1) las preferencias del mercado; 2) las preferencias expresadas a través de las urnas; 3) lo que el gobierno piensa que es bueno para esta generación, y 4) lo que el gobierno piensa que es bueno para esta generación y las futuras en conjunto.

Cualesquiera que sean los pros y los contras finales de estos argumentos, hay dos dificultades si se trata de ponerlos en práctica. La primera consiste en determinar realmente la tasa social de descuento. Marglin acepta que esto plantea dificultades graves, pero luego sugiere que puede resolverse escondiendo la tasa de crecimiento de una economía y en consecuencia (con base en la razón capital/producto marginal) la tasa de inversión; pero la tasa social de descuento debe igualarse luego a la productividad marginal de la inversión. No nos parece práctico tal procedimiento, pero debemos dejar que cada quien se pronuncie a este respecto.

Otra dificultad de operación de la tasa social de descuento es el problema muy complejo de la utilización de diversas tasas de interés en el sector público y en el privado. Es probable entonces que haya considerable ineficiencia en la asignación de fondos dentro del sector de inversión, en el sentido de que si el gobierno es, por ejemplo, responsable de la electricidad, y el sector privado del petróleo, algunos proyectos inferiores de aquél sustituirán a proyectos superiores de éste.⁹ Esta dificultad particular nos lleva de nuevo al punto discutido en la p. 80: que una tasa de interés no puede desempeñar dos funciones en una situación no óptima. Una solución podría ser la recomendación de que la situación se vuelva óptima. Por ejemplo Hirshleifer y otros (1960) han sugerido que el gobierno actúe para bajar las tasas de interés del mercado hasta el nivel de la tasa social, para que todas las decisiones de inversión en el sector público o el privado se tomen sobre la misma base. Otros autores aplauden esta idea en principio, pero creen con razón que en la práctica deberán ocuparse todavía los economistas de problemas de suboptimización.

La tasa del costo social de oportunidad. La tasa de los bonos gubernamentales es una medida popular y fácilmente aplicable de los costos, tanto porque es un costo financiero en el caso de la inversión financiada por el gobierno como porque, en términos

⁹ Definiendo "inferior" y "superior" en términos de los valores presentes de los beneficios netos.

más académicos, puede considerarse como "la" tasa de interés libre de riesgos.¹⁰ Sin embargo, a pesar de la reaparición reciente, empíricamente fundada, de la creencia en la elasticidad de la tasa de interés la inversión privada, nadie ha demostrado que la eficiencia marginal de dicha inversión sea igual en realidad a la tasa de interés. En consecuencia se requiere un intento directo de medición de las tasas marginales de rendimiento de la inversión privada. Sin embargo, aun si se lograra tal medición, sólo tendría importancia en la medida en que los costos evaluados se refirieran exclusivamente a la inversión privada desplazada.

Reconociendo este problema, Krutilla y Eckstein (1958) supusieron que la alternativa a la inversión pública sería una reducción de impuestos, consideraron las maneras en que una probable reducción de impuestos afectaría a los grupos de ingreso, y se preguntaron cómo los receptores teóricos utilizarían sus ingresos hipotéticos para llegar finalmente a un promedio ponderado de la tasa de rendimiento. Un postulado alternativo fue que la inversión pública adicional sería contrarrestada con una política monetaria más estricta; se preguntaron luego cuáles individuos sufrirían y qué tipo de tasa ponderada de interés podría obtenerse entonces. El resultado general de ambos supuestos fue que el capital federal tenía en los Estados Unidos a fines de los años cincuenta un costo de oportunidad de 5-6%. Aparte por completo de los problemas lógicos y estadísticos asociados a las técnicas de asignación de las reducciones de impuestos a los diversos grupos de ingreso, etcétera, como advirtió el propio Eckstein (1961), este enfoque sólo se ocupa de dos de las múltiples alternativas aplicables (por ejemplo, el aumento de la inversión pública podría compensarse con una reducción del consumo público). También ha sido severamente criticado por Hirshleifer y otros (1960) sobre la base de que la tasa de interés múltiple que finalmente se obtiene lleva consigo una concesión desconocida como prima por el riesgo. Feldstein también ha formulado comentarios sobre este enfoque (1964c).

El ajuste por incertidumbre. Dorfmann (en Maass y otros; 1962, cap. 3), McKean (1958, cap. 4), Eckstein (1961, sección 5), Hirshleifer y otros (1960, pp. 139-141), han examinado en sus admirables reseñas las diversas formas en que la incertidumbre afecta el análisis costo-beneficio; aquí sólo añadiremos dos observaciones. La primera es que no hay razón para sostener que los proyectos de inversión pública estén libres de incertidumbre (véase, en especial, Hirshleifer y otros, 1960). La segunda es que pueden hacerse algunos ajustes por la incertidumbre: 1) en las evaluaciones de los niveles anuales de beneficios y costos; 2) en los supuestos relativos a la duración de los proyectos, y 3) en la tasa

¹⁰ Sin considerar la incertidumbre acerca del nivel de precios.

de descuento. El primero es muy adecuado cuando el riesgo de la dispersión de los productos (o insumos) se distribuye en forma irregular a través del tiempo. Si el riesgo principal consiste en que puede haber una fecha inesperada en que desaparezcan los beneficios o se disparen los costos, se requiere el segundo tipo de ajuste. La tercera corrección, una prima sobre la tasa de descuento, se justifica cuando la incertidumbre es una función estrictamente acumulativa del tiempo.

La necesidad de una tasa de interés. Cuando el problema de la elección no implica algún costo de oportunidad del capital —como ocurre cuando debe gastarse un presupuesto fijo en su totalidad—, es evidente que no hay necesidad de una tasa de interés del costo de oportunidad. Algunos autores, como McKean (1953), han sostenido que en este caso tampoco hay necesidad de una tasa de interés que represente el descuento social. Sin embargo, esto sólo puede ser cierto en general si no trata de elevar al máximo el valor presente de los beneficios menos los costos: en caso contrario, es obvio que se requiere alguna tasa de descuento. No abundaremos aquí sobre este punto porque uno de nosotros ha publicado ya una nota puramente expositiva sobre el tema (Turvey, 1963).

Los principios y la práctica. Las discusiones referentes a las tasas sociales de preferencia del tiempo, costo social de oportunidad, etcétera, no ocupan gran espacio en la mayor parte del trabajo empírico, y no hemos podido descubrir algún caso en que hubiese una aplicación convincente por completa de tales nociones.¹¹ Tampoco parecen recibir mucha atención las ideas relativas a la consideración de los cambios futuros de las tasas de interés. En la práctica, el procedimiento más usual consiste en seleccionar una tasa de interés, o varias, de acuerdo con las tasas vigentes, para calcular los valores presentes, etcétera. Por ejemplo Weisbrod (1960) toma una tasa del 10 % como representativa del costo de oportunidad del capital en el sector privado (porque el rendimiento del 5 % observado en los valores corporativos debe duplicarse aproximadamente para considerar el impuesto a las ganancias de las empresas),¹² y una tasa del 4 % como representativa del costo de los préstamos del Gobierno Federal. Luego hace sus cálculos del valor presente sobre ambas bases. Es obvio que puede afirmarse que este procedimiento puede producir resultados ambiguos, por ejemplo que el proyecto A es preferible al proyecto B sobre una base pero el proyecto B es preferible sobre la otra base. Esto es indiscutible; pero también hay ejem-

¹¹ Eckstein (1961) concluye, tras varias páginas de discusión, que "la elección de las tasas de interés debe subsistir como un juicio de valor" (p. 460).

¹² Podría sostenerse que se requiere otra corrección para cerrar cualquier brecha que pueda existir entre la percepción de intereses y la de dividendos. Esto ampliaría el intervalo de las tasas aplicables.

plos en el sentido de que la elección de tasas de descuento que varíen entre el 4 y el 8 % no afecta mucho las evaluaciones de un proyecto (Foster y Beesley, 1963), aunque no puede decirse lo mismo cuando la variación es mayor. Lo cierto es que estamos tratando de deshacer un nudo, y nadie ha inventado algún método mejor que otros.

Las restricciones importantes

Introducción. Eckstein (1961) ha hecho una clasificación muy útil de las restricciones. Primero tenemos las restricciones físicas. La más general de tales restricciones es la función de producción que relaciona los insumos y los productos físicos de un proyecto, pero esto entra directamente en el cálculo de los costos y beneficios. Cuando debe escogerse entre proyectos distintos, o entre tamaños o cronologías de un proyecto particular, las restricciones físicas externas también pueden ser importantes. Así, un insumo particular puede tener oferta totalmente inelástica, o dos proyectos pueden ser mutuamente excluyentes por razones sólo técnicas.

Luego tenemos las restricciones legales. Debemos obrar dentro del marco legal, lo que puede afectar los asuntos en muchas formas, por ejemplo los derechos de acceso, el tiempo necesario para las audiencias públicas, los precios regulados, los límites a las actividades de las entidades públicas, etcétera. En tercer lugar puede haber restricciones administrativas, relacionadas con los límites a las posibilidades administrativas. En cuarto lugar, algunas restricciones introducen incertidumbre, como ocurre por ejemplo si se establece cierto requerimiento de pérdidas mínimas. Por último, hay restricciones de distribución y presupuestarias, las que requieren un examen más extenso.

Restricciones de distribución. La noción de que la elección entre proyectos puede hacerse sólo por razones de "eficiencia económica", porque todos los efectos desfavorables sobre la distribución del ingreso pueden superarse haciendo que algunos de los ganadores compensen a algunos de los perdedores, raras veces es aplicable en la práctica.

Es posible compensar a los propietarios no sólo por las propiedades expropiadas sino también por las que bajen de valor. También se puede cobrar por las propiedades que aumenten de valor. En virtud de que estos pagos y cobros de compensación se hacen de una sola vez, no es probable que tengan algún efecto directo sobre la asignación de recursos. Se puede obtener dinero adicional de los beneficiarios de un proyecto sin afectar la asignación de recursos cuando se vende una parte de los productos del proyecto y las unidades intramarginales pueden tener un precio mayor que las marginales (por ejemplo, los consumidores de

electricidad pueden pagar de acuerdo con una tarifa de dos partes).

En general, sin embargo, los intentos tendientes a lograr que los beneficiarios paguen más que el costo marginal social de los productos que consumen afectarán la asignación de los recursos. Tales intentos se hacen ya sea porque no se quiere aumentar el ingreso real de los beneficiarios hasta un punto considerado injusto, o porque se quiere recabar fondos para compensar a un grupo cuya situación empeora a causa del proyecto, o simplemente por la creencia general de que los proyectos deben pagarse solos. Cualquiera que sea la razón, la política de precios adoptada afectará los productos del proyecto y por ende sus costos. Los peajes en una carretera, por ejemplo, afectarán el volumen del tráfico, y esto puede afectar la anchura adecuada de su construcción. Así pues, los beneficios y los costos ~~no~~ son independientes de la política de precios.

Esto afecta el análisis costo-beneficio en cualquiera de dos formas. La primera es aplicable cuando las reglas de precios se establecen por adelantado de acuerdo con nociones políticas o sociales acerca de la distribución del ingreso. Aquí la tarea consiste en maximizar el valor presente de los beneficios menos los costos sujetos a ciertos requerimientos financieros especificados, es decir, sujetos a una o más restricciones. La segunda forma en que los requerimientos de distribución del ingreso pueden afectar el análisis costo-beneficio, surge cuando las autoridades no establecen alguna regla financiera específica pero claramente se interesan en la distribución del ingreso. En este caso le corresponde al analista inventar y presentar como alternativas diversas variantes de un proyecto que difieran tanto en lo que respecta a los individuos particulares que paguen (o a quienes se pague) como a los precios cobrados y, en consecuencia, a los productos e insumos. Para cada alternativa el analista deberá determinar no sólo los costos y los beneficios totales, sino también los costos y beneficios para los grupos particulares cuyo bienestar económico interese a quien toma las decisiones.

En casos como éste se formaliza la elección —si quien decide lo permite— expresándola en términos de la maximización del exceso de los beneficios totales sobre los costos totales sujeta a las restricciones de los beneficios sobre los costos de grupos particulares. O bien se expresa en términos de la maximización de la ganancia neta (o la minimización de la pérdida neta) de un grupo particular sujeta a una restricción relativa a los beneficios y costos totales. No sabemos si esto es útil en la práctica, pero por lo menos explica por qué hemos incluido en esta reseña la distribución del ingreso en el apartado de las restricciones.

Debe advertirse que estas consideraciones pueden referirse a

muchas clases de grupos distintos. En un contexto predominan las nociones de "justicia" para los trabajadores; en otro las nociones de "equidad" entre distintas áreas geográficas importantes. Si adoptamos un punto de vista regional, más bien que nacional, la evaluación y la medición de los costos y beneficios puede ser marcadamente diferente. Por ejemplo, se ha sostenido que uno de los beneficios del proyecto de dique de Morecambe Bay sería la atracción de más industrias al área de Barrow. Esto beneficiaría sin duda a Barrow; pero es concebible que haya pérdidas equivalentes, o aun mayores, para South Lancashire o para otras regiones del Reino Unido. Así pues obtenemos una visión enteramente distinta de los beneficios y los costos si los enfocamos desde el punto de vista del área de Barrow, o de todo el noroeste o de todo el Reino Unido.

Restricciones presupuestales. Las discusiones de este tema combinan (y en ocasiones confunden) tres cuestiones: primero, ¿deben existir tales restricciones? Segundo, ¿qué forma asumen? Y tercero, ¿cómo pueden incluirse en los criterios de inversión? Nos ocuparemos del tercer interrogante en cuanto abordemos el tema general de los criterios de inversión. No nos proponemos discutir la primera cuestión, pero podríamos advertir que Hirschleifer y otros (1960) han sostenido que si las autoridades presupuestarias saben lo que hacen cuidarán de que la cantidad asignada a los subpresupuestos tome en cuenta la productividad de los proyectos disponibles y los costos de obtención de los fondos necesarios. Si esto no se hace —sostienen estos autores—, debe modificarse el sistema de asignación del presupuesto antes que perderse en contorsiones a nivel de los subpresupuestos. Sin embargo este argumento es poco realista. Por lo menos en la actualidad muchas decisiones se toman en el marco de una restricción de presupuesto, y el economista podría ayudar a suboptimizar dentro de este marco, aunque a la larga piense para sí que el marco mismo debería modificarse.

Sobre la segunda cuestión no hay mucho que decir en términos generales. Puede haber una restricción al total del gasto de capital en uno o más años, como ocurre, por ejemplo, cuando los proyectos de una entidad pública deben encajar en un marco presupuestario determinado por adelantado. Las sumas implicadas pueden ser máximas que no deben traspasarse o cantidades que deben gastarse en su totalidad.¹³ En el primer caso, pero no en el segundo, el gasto en cuestión tiene un costo de oportunidad, porque una vez que se decide el empleo de fondos quedan en efecto fuera de consideración. Hay otras clases de restricciones aplicables al gasto de capital, como un porcentaje prescrito de

¹³ Racionamiento "máximo" o "específico", para usar la conveniente terminología de Hirschleifer y otros (1960).

autofinanciamiento, o al gasto y/o al ingreso corrientes, por ejemplo una meta financiera de ganancias contables brutas o netas.

CONSIDERACIONES FINALES

Los criterios de inversión

Creemos que el criterio de maximización más común cuando los proyectos sólo impliquen costos y beneficios expresados en términos de dinero, es el valor presente de los beneficios menos los costos. Sin embargo puede haber otros criterios como el acervo de capital en una fecha final. No trataremos de defender los méritos relativos de distintos criterios sino que, aceptando el del valor presente, introduciremos el tema de los criterios de inversión o, como se les llama a veces, los algoritmos de decisión.

Cuando los proyectos no son interdependientes ni mutuamente excluyentes, cuando las fechas de iniciación están dadas y no hay alguna restricción, la elección de los proyectos que maximicen el valor presente de los beneficios totales menos los costos totales puede expresarse en cualquiera de las cuatro formas equivalentes que siguen:¹⁴

¹⁴ Simbólicamente estos criterios pueden resumirse así:

Sea c_1, c_2, \dots, c_n = serie de costos probables en los años 1, 2, ..., n;
 c = anualidad constante con el mismo valor presente que c_1, c_2, \dots, c_n ;
 b_1, b_2, \dots, b_n = serie de beneficios probables en los años 1, 2, ..., n;
 b = anualidad constante con el mismo valor presente que b_1, b_2, \dots, b_n ;
 s = valor de desecho;
 i = tasa de descuento adecuada para la acumulación anual;
 r = tasa interna de rendimiento.

Entonces podemos escribir las reglas como sigue: selecciónense los proyectos en que

$$\frac{b_1}{(1+i)} + \frac{b_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{b_n+s}{(1+i)^n} > \frac{c_1}{(1+i)} + \frac{c_2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{c_n}{(1+i)^n} \quad (1)$$

$$\frac{b_1/(1+i) + b_2/(1+i)^2 + \dots + (b_n+s)/(1+i)^n}{c_1/(1+i) + c_2/(1+i)^2 + \dots + c_n/(1+i)^n} > 1 \quad (2)$$

$$b > c \quad (3)$$

Por último selecciónense los proyectos en que $r > i$, donde r está dada por

$$\frac{b_1 - c_1}{(1+r)} + \frac{b_2 - c_2}{(1+r)^2} + \dots + \frac{b_n - c_n}{(1+r)^n} = 0$$

- 1) Seleccionar todos los proyectos en que el valor presente de los beneficios supere al valor presente de los costos;
- 2) Seleccionar todos los proyectos en que la razón del valor presente de los beneficios al valor presente de los costos sea mayor que uno;
- 3) Seleccionar todos los proyectos en que la anualidad constante con el mismo valor presente que los beneficios supere a la anualidad constante (de igual duración) con el mismo valor presente que los costos.
- 4) Seleccionar todos los proyectos en que la tasa interna de rendimiento supere a la tasa de descuento escogida.

Una vez que se introducen las diversas complicaciones antes descartadas se requieren reglas más complicadas. Explicaremos el efecto de estas complicaciones en términos del enfoque del valor presente sin pretender que éste sea siempre el más conveniente. El enfoque más conveniente variará con los hechos del caso. Cuando se emplea una regla que no equivale algebraicamente al enfoque del valor presente, no se trata de una cuestión de conveniencia sino que implica un error¹⁵ o un criterio de maximización diferente.

Cuando los costos y/o los beneficios de dos proyectos A y B son interdependientes en el sentido de que la ejecución del uno afecta los costos o los beneficios del otro (véase líneas arriba, p. 81), deben tratarse los proyectos como tres mutuamente excluyentes, a saber: A y B juntos, A solo y B solo. Por ejemplo, si se desea mejorar las comunicaciones entre dos ciudades, se puede elegir entre el mejoramiento de la carretera, el mejoramiento del ferrocarril y una combinación de las dos cosas.

La exclusión recíproca surge también por razones tecnológicas. Por ejemplo, una intersección de caminos puede construirse como un cruce, una glorieta o un paso a desnivel. De igual modo en un lugar puede construirse una presa grande o una presa pequeña, pero no ambas. Cualquiera que sea la razón de la exclusión recíproca, su existencia debe tomarse en cuenta al formular las reglas de inversión.

Cuando se elige la fecha de iniciación, la decisión debe tomarse como para maximizar el valor presente de los beneficios menos los costos en la fecha de referencia.

Las restricciones generan las complicaciones mayores, sobre todo cuando hay más de una y cuando intervienen también la

¹⁵ Un error ingenuo que aparece en los primeros ensayos fue el empleo de razones costo-beneficio para escoger entre dos proyectos mutuamente excluyentes. Un proyecto puede tener la razón beneficio-costos menor y ser sin embargo preferible si los beneficios adicionales superan a los costos adicionales. Así lo explica con claridad McKean (1958, pp. 108 ss.).

exclusión recíproca y la cronología óptima. Las indivisibilidades también complican la tarea cuando hay restricciones.

No nos aventuraremos en la selva algebraica de la construcción de algoritmos de decisión. Quien desee ejemplos puede recurrir a Dorfmann en el examen que hace Marglin de la distribución del ingreso y las restricciones presupuestarias, en su síntesis ejemplar de gran parte del análisis costo-beneficio (Maass y otros, 1962), o a su monografía sobre la planeación dinámica de la inversión (Marglin, 1963b). Dryden (1964) hace también un análisis muy útil en un artículo sobre la forma de presupuestar el capital.

El subóptimo

Dado que el análisis costo-beneficio es en esencia una herramienta práctica para la toma de decisiones, no nos conviene continuar con el problema del subóptimo (*second best*) hasta las alturas de la economía del bienestar. La insatisfacción de las condiciones necesarias para un máximo de bienestar en otras partes de la economía sólo es importante para el análisis costo-beneficio en la medida en que convierta los valores de mercado de productos e insumos en medidas evidentemente sesgadas de los beneficios y los costos. Las divergencias pequeñas y remotas del óptimo provocarán sesgos de estas medidas que caen dentro de su margen de error, mientras que las divergencias grandes de clase desconocida generan sesgos indeterminables que necesariamente carecen de importancia para la acción. Así pues, sólo merecen nuestra atención las divergencias inmediatas, palpables y considerables. Hemos examinado ya algunas de éstas, y otras aparecerán en nuestra reseña de las aplicaciones particulares del análisis costo-beneficio.

Idealmente debieran tomarse en cuenta todas esas divergencias, porque de otro modo no se alcanzará un subóptimo. Pero no se sigue de aquí que las entidades públicas deban tomarlas en cuenta siempre; el ideal implica costos administrativos. Debe reconocerse que las entidades públicas tienen esferas de competencia definidas y que las responsabilidades de cuestiones generales que queden fuera de sus esferas no son suyas sino del gobierno que creó tales entidades y sus tareas. Por ejemplo, no corresponde al Departamento de Desarrollo Escocés decidir si la moneda está sobrevaluada, y tampoco asignar un precio sombra al contenido de divisas del gasto propuesto. Debe valorar las importaciones a su precio de importación, o se le debe indicar que adopte una tasa sombra para fines de planificación del gobierno central, una de cuyas funciones es la consideración de tales cuestiones. La división del trabajo en la administración, que resulta necesaria para que el sector público no incurra en una lentitud

monolítica, requiere que cada parte de la máquina actúe como si el resto estuviese desarrollando su labor adecuadamente. Después de todo, continuando el ejemplo anterior, puede resultar preferible que todas las entidades gubernamentales valoricen las divisas a una tasa de cambio uniforme aunque incorrecta, en lugar de que cada una de ellas tenga sus propias tasas sombra.

REFERENCIAS

- Bowen, H. R. (1948), *Toward Social Economy*, Holt Rinehart & Winston.
- Coburn, T. M., M. E. Beesley y D. J. Reynolds (1960), *The London-Birmingham Motorway: Traffic and Economics*, Ensayo Técnico del Laboratorio de Investigación de Carreteras núm. 46, BSIR, HMSO.
- Dryden, M. M. (1964), "Capital budgeting: treatment of uncertainty and investment criteria", *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 9.
- Dupuit, J. (1952), "On the measurement of utility of public works", *International Economic Papers*, vol. 2 (traducción del francés), pp. 83-110.
- Eckstein, O. (1958), *Water Resource Development*, Harvard University Press.
- (1961), "A survey of the theory of public expenditure criteria", J. M. Buchanan (comp.), *Public Finances: Needs, Sources and Utilization*, Princeton University Press.
- Feldstein, M. S. (1964a), "Net social benefit calculation and the public investment decision", *Oxford Economic Papers*, vol. 16, pp. 114-131.
- (1964b), "The social time preference discount rate in cost-benefit analysis", *Economic Journal*, vol. 74, núm. 2, pp. 350-379.
- (1964c), "Opportunity cost calculations in cost-benefit analysis", *Public Finance*, vol. 19, núm. 2.
- Foster, C. D., y M. E. Beesley (1963), "Estimating the social benefit of constructing an underground railway in London", *Journal of the Royal Statistical Society*, vol. 125, parte 1.
- Head, J. G. (1962), "Public goods and public policy", *Public Finance*, vol. 17.
- Hicks, J. R. (1962), "Economic theory and the evaluation of consumers' wants", *Journal of Business*, vol. 35.
- Hirschleifer, J., J. C. de Haven y J. W. Milliman (1960), *Water Supply: Economics, Technology and Policy*, University of Chicago Press.
- Krutilla, J. V. y O. Eckstein (1958), *Multiple Purpose River Development*, Johns Hopkins Press.
- Lerner, A. P. (1944), *The Economics of Control*, Macmillan (ed. en castellano del RCE, 1951).
- Maass, A. (1962), *Design of Water Resource Systems: New Techniques for Relating Economic Objectives, Engineering Analysis and Governmental Planning*, Macmillan.

- McKean, R. N. (1958), *Efficiency in Government through Systems Analysis*, Wiley.
- Marglin, S. A. (1963a), "The social rate of discount and the optimal rate of investment", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 77.
- (1963b), *Approaches to Dynamic Investment Planning*, North-Holland.
- Margolis, J. (1957), "Secondary benefits, external economies, and the justification of public investment", *Review of Economics and Statistics*, vol. 39.
- Musgrave, R. A. (1959), *The Theory of Public Finance: A Study in Public Economy*, McGraw-Hill.
- Pigou, A. C. (1932), *The Economics of Welfare*, 4^a ed., Macmillan.
- Samuelson, P. A. (1954), "The pure theory of public expenditure", *Review of Economics and Statistics*, vol. 36, pp. 387-389.
- (1955), "Diagrammatic exposition of a theory of public expenditure", *Review of Economics and Statistics*, vol. 37.
- (1956), "Aspects of public expenditure theories", *Review of Economics and Statistics*, vol. 40.
- Steiner, P. O. (1959), "Choosing among alternative public investments in the water resource field", *American Economic Review*, vol. 49, pp. 893-915.
- Turvey, R. (1963), "Present value versus internal rate of return—an essay in the theory of the third best", *Economic Journal*, vol. 73.
- Weisbrod, B. A. (1960), *Economics of Public Health: Measuring the Economic Impact of Diseases*, University of Pennsylvania Press.
- Yates, F. (1940), *Sampling Methods for Censuses and Surveys*, Griffin.

2. EL ANÁLISIS COSTO-BENEFICIO Y LA TEORÍA DE LAS FINANZAS PÚBLICAS *

R. A. Musgrave

UNA TEORÍA de las finanzas públicas no será satisfactoria mientras no abarque los ingresos y los gastos del proceso fiscal. La tradición clásica (Ricardo-Mills-Edgeworth-Pigou) de una concepción de "sólo los impuestos" olvidó este axioma. Por considerar improductivos los gastos, o por olvidarlos por completo, se suponía que la tarea consistía en arreglar los impuestos de modo que el sacrificio fuese igual para todos (o su nivel total fuese mínimo). Como teoría de la tributación este enfoque se derrumbó junto con la antigua economía del bienestar, y como teoría de las finanzas públicas su preocupación exclusiva por la tributación dejaba de lado el problema central de la forma de asignación de los recursos para la provisión de los bienes sociales. Luego se hicieron varios intentos tendientes a combinar en un sistema más satisfactorio el ingreso con el gasto. Mencionaremos brevemente estos intentos y consideraremos luego cómo encaja en el cuadro el análisis costo-beneficio.

ENFOQUES ANTERIORES

El primer intento provino también de A. C. Pigou. Aunque las primeras ediciones de su *Public Finance* conservaron en gran medida el molde clásico, sólo sujetas a una preocupación adicional por los efectos de los anuncios, ya contienen un apartado sobre la teoría del sector público (1928, parte I, cap. 7), donde se conserva la imagen de su obra anterior *Economics of Welfare* (1924). La composición de los gastos públicos debe seleccionarse de tal modo que se igualen sus beneficios sociales marginales; la composición de los impuestos debe escogerse de tal modo que se reduzca al mínimo el costo social total, y la cuantía del presupuesto debe llegar hasta el punto en que los beneficios marginales sean iguales a los costos marginales. No hay nada erróneo en esta concepción, pero dice poco fuera de exigir en términos generales que el sector público sea eficiente. El verdadero problema

* R. A. Musgrave, "Cost-benefit analysis and the theory of public finance", *Journal of Economic Literature*, vol. 7, núm. 3, 1969, pp. 797-825.

y para cada par de intervalos.¹⁸ Tampoco son necesariamente positivas la preferencia en el tiempo y la productividad marginal de la espera.¹⁹

Nuestro tratamiento puede generalizarse más, suponiendo que la función de transformación de cada individuo (o empresa) depende, también, de las cantidades transformadas por otros individuos (o empresas) de la economía. Tomando el caso más general, las funciones de transformación serán, entonces, de la forma $f^{(i)}(y_1^{(i)}, \dots, y_n^{(i)}, \dots, y_1^{(2)}, \dots, y_n^{(2)}) = 0$. Las condiciones (5) del máximo se convierten en

$$\frac{u_r^{(i)}}{u_s^{(i)}} = \frac{f_r^{(i)} + \sum_{k \neq i} f_r^{(k)}}{f_s^{(i)} + \sum_{k \neq i} f_s^{(k)}} \quad (8)$$

Los términos bajo los signos de sumatoria representan las "economías externas" y "diseconomías externas",* que desempeñan un papel tan sobresaliente en el análisis del profesor Pigou.

29

¹⁸ De acuerdo con la terminología de Keynes, *Teoría general de la ocupación, el interés y el dinero*, Fondo de Cultura Económica, p. 199, obtenemos un sistema de "tasas propias" de interés, óptimas (desde el punto de vista social)

¹⁹ La proposición que se hace en el tratamiento tradicional de la teoría del interés, en el sentido de que en condiciones de acumulación nula de capital, estas tasas son positivas, descansa en un supuesto empírico, no en una deducción teórica. El supuesto empírico es que la tasa marginal de preferencia, en el tiempo, es positiva bajo tales condiciones, y determina un valor positivo de la productividad marginal de la espera (la teoría del interés de la preferencia en el tiempo), o bien que la productividad marginal de la espera es positiva y determina un valor positivo de la tasa marginal de preferencia en el tiempo (teoría del interés de la productividad marginal). La determinación de la veracidad de estos supuestos es una cuestión empírica, no teórica.

* Otro neologismo muy común en nuestra literatura de la Economía del Bienestar, útil para denotar los efectos negativos de la interacción de los agentes económicos (T.).

EL EQUILIBRIO DE LA VALUACIÓN Y EL ÓPTIMO DE PARETO*

Gerard Debreu

PARA UN sistema económico dado, con limitaciones tecnológicas y de recursos, con necesidades y experiencias particulares, un equilibrio de valuación, con respecto al conjunto de precios, es un estado en que ningún consumidor puede mejorar su posición sin gastar más, y ningún productor puede obtener mayor beneficio; el óptimo de Pareto es el estado en que ningún consumidor puede mejorar, sin que otro consumidor empeore. El Teorema 1 plantea las condiciones en que un equilibrio de valuación es óptimo en Pareto. El Teorema 2, unido a la observación, expresa las condiciones en que el óptimo de Pareto es un equilibrio de valuación. Los contenidos de ambos teoremas (en particular el del primero) son bien conocidos en Economía. Arrow¹ y Debreu² han tratado recientemente esta cuestión, con técnicas que permiten pruebas. Haremos, ahora, una síntesis de esos trabajos. Sus supuestos son débiles en varios sentidos: en particular, sus resultados se extienden de espacios dimensionales finitos, a espacios lineales generales. Esta extensión produce como teoría de posible aplicación inmediata, una solución del problema del horizonte de tiempo infinito (cf. la sec. 6). Ahora bien, el interés principal puede residir en que al obligarnos a una generalidad mayor, hace surgir con mayor claridad y sencillez los conceptos básicos del análisis, y su estructura lógica. La restricción al caso dimensional finito no produciría una sola simplificación de las pruebas. En la medida de lo posible hemos separado la estructura matemática de la teoría de su interpretación económica, que se encontrará entre paréntesis.

* *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 40 (1954): pp. 588-92. Reproducido por cortesía del autor y de la Academia Nacional de Ciencias.

Basado en el Trabajo para Discusión de la Comisión Cowles, Economía, N° 2067 (enero de 1953). Comunicado por John von Neumann, 6 de mayo de 1954. Este artículo ha sido preparado bajo el contrato Nonr-358(01), NR 047-006, celebrado entre la Oficina de Investigación Naval y la Comisión Cowles para la Investigación Económica.

Agradecemos los comentarios de E. Malinvaud, los miembros del personal y los invitados de la Comisión Cowles, en particular los de I. N. Herstein, I. Hurwicz, T. C. Koopmans y R. Radner.

¹ K. J. Arrow, "An Extension of the Basic Theorems of Classical Welfare Economics", *Proceedings of the Second Berkeley Symposium* (Berkeley: University of California Press, 1951), pp. 507-532.

² G. Debreu, "The Coefficient of Resource Utilization", *Econometrica*, 19, 273-92, 1951.

1. *El sistema económico.* Sea L un espacio lineal (de R reales).³ El sistema económico puede describirse como sigue:

El consumidor i ($i = 1, \dots, m$) escoge un punto x_i [su consumo] en un subconjunto dado X_i [su conjunto de consumo] de L . [x_i describe completamente las cantidades de bienes que efectivamente consume, que consideraremos positivas, y las cantidades de los varios tipos de trabajo que produce, que consideraremos negativas. X_i está determinada por restricciones de los tipos siguientes: las cantidades de bienes consumidos (trabajo producido) deben ser no negativas (no positivas) y, además, deben permitir la supervivencia del individuo]. En X_i hay un ordenamiento completo denotado por

$$\cong_i$$

[correspondiente a las preferencias de ese consumidor].⁴ x_i^0 es un punto de saturación de X_i , si, para todo $x_i \in X_i$, tenemos

$$x_i \cong_i x_i^0.$$

El productor j ($j = 1, \dots, n$) escoge un punto y_j [su producción] en un subconjunto dado Y_j [su conjunto de producción] de L . [y_j es una descripción completa de todos sus productos, que consideraremos positivos, y sus insumos, que consideraremos negativos. Y_j está determinado por limitaciones tecnológicas].

Denotamos

$$x = \sum_i x_i, \quad y = \sum_j y_j;$$

constrañidas para satisfacer la igualdad $x - y = \zeta$, donde ζ es un punto dado de L . ζ corresponde a los recursos exógenos de que se dispone

³ Un espacio lineal real L es un conjunto en que la suma de dos elementos ($x + y$) y la multiplicación de un número real por un elemento (tx) están definidas y satisfacen los ocho axiomas siguientes:

1. Para todo $x, y, z \in L$, $(x + y) + z = x + (y + z)$.
2. Hay un elemento $0 \in L$ tal que para todo $x \in L$, $x + 0 = x$.
3. Para todo $x \in L$, hay un $x' \in L$ tal que $x + x' = 0$.
4. Para todo $x, y \in L$, $x + y = y + x$. Para todo x, y en L , t, t' en R ,
5. $t(x + y) = tx + ty$,
6. $(t + t')x = tx + t'x$,
7. $t(tx) = (tt')x$,
8. $1x = x$.

⁴ Un orden es una relación binaria reflexiva y transitiva (generalmente deno-

(incluyendo todo el capital existente en la fecha inicial). $x - y$ es el consumo neto de todos los consumidores y productores juntos. Claramente debe ser igual a ζ .⁵

Denominamos "estado de la economía" a un conjunto de $(m + n)$ elementos $[(x_i), (y_j)]$, un x_i para cada i , un y_j para cada j [es una descripción completa de la actividad de cada consumidor y cada productor]. Consideramos viable un estado $[(x_i), (y_j)]$ si $x_i \in X_i$ para todo i , $y_j \in Y_j$ para todo j , $x - y = \zeta$.

2. *El equilibrio de la valuación.* $v(z)$ denotará una forma lineal (de valor real) en L .⁶ [Da el valor del punto de bienes z . Cuando L está debidamente especializado, este valor puede ser representado por el producto interno $p \cdot z$, donde p es el sistema de precios]. Un estado $[(x_i^0), (y_j^0)]$ es un equilibrio de valuación con respecto a $v(z)$ si:

$$[(x_i^0), (y_j^0)] \text{ es viable} \quad (2.1)$$

$$\text{Para todo } i \text{ " } x_i \in X_i, v(x_i) \leq v(x_i^0) \text{ " implica " } x_i \cong_i x_i^0 \text{ "}. \quad (2.2)$$

[La mejor satisfacción de las preferencias sujeta a una restricción de presupuesto].

$$\text{Para todo } j \text{ " } y_j \in Y_j \text{ " implica " } v(y_j) \leq v(y_j^0) \text{ "}. \quad (2.3)$$

[El beneficio máximo sujeta a restricciones tecnológicas].

3. *El óptimo de Pareto.* El conjunto $X_1 \times \dots \times X_m$ de un número m de (x_i) , para cada i está (parcialmente) ordenado como sigue: $(x_i') \cong_i (x_i)$ si y sólo si

$$x_i' \cong_i x_i \text{ para todo } i$$

Un estado $[(x_i^0), (y_j^0)]$ es un óptimo de Pareto si:

$$[(x_i^0), (y_j^0)] \text{ es viable} \quad (3.1)$$

toda por \cong). $x \sim x'$ significa $x \cong x'$ y $x' \cong x$, mientras que $x < x'$ significa $x \cong x'$ y no $x' \cong x$. El orden es completo (en oposición al parcial) si para todo x, x' tenemos $x \cong x'$ y/o $x' \cong x$.

Podemos objetar el carácter completo del ordenamiento de las preferencias, así como su transitividad. Por lo tanto, debemos advertir que, con modificaciones ligeras de las definiciones y los supuestos, los Teoremas 1 y 2 se pueden probar fácilmente para relaciones binarias arbitrarias en los X_i .

⁵ Suele restringirse el consumo neto sólo para que sea, a lo sumo, igual a los recursos disponibles. Pero esto implica que se puede eliminar sin costo cualquier excedente. Debe hacerse explícito tal supuesto sobre la tecnología (cf., sec. 6), al mismo tiempo que se requiere que $x - y = \zeta$.

⁶ Para todo x, y , $v(x + y) = v(x) + v(y)$. Para todo t , $v(tx) = tv(x)$. Se dice que $v(z)$ es trivial cuando se decrece en todas partes.

No hay un estado viable $[(x_i), (y_j)]$ en que $(x_i) > (x_i^0)$. (3.2)

[Es imposible mejorar la posición de un consumidor sin empeorar la de otro.]

4. Un equilibrio de valuación es un óptimo de Pareto. Haremos los supuestos siguientes:

I. Para todo i , X_i es convexo.

II. Para todo

$$i, "x_i' \in X_i, x_i'' \in X_i, x_i' < x_i''"$$

implica " $x_i' < (1-t)x_i' + tx_i''$ " para todo t , $0 < t < 1$ ".

Arrow y Debreu⁷ han utilizado estos dos axiomas relativos a la convexidad de los conjuntos de consumo, y a la convexidad de las preferencias, en un contexto diferente.

TEOREMA 1. Bajo los supuestos I y II, todo equilibrio de valuación $[(x_i^0), (y_j^0)]$, donde ningún x_i^0 es un punto de saturación, es un óptimo de Pareto.

Prueba

$$"x_i \in X_i, y x_i > x_i^0" \text{ implica } "v(x_i) > v(x_i^0)". \quad (4.1)$$

Esta es una consecuencia trivial de la definición (2.2)

$$"x_i \in X_i, y x_i \sim x_i^0" \text{ implica } "v(x_i) \cong v(x_i^0)". \quad (4.2)$$

Puesto que x_i^0 no es un punto de saturación, hay $x_i' \in X_i$, tal que

$$x_i' > x_i^0, \text{ por lo tanto } x_i' > x_i.$$

Considérese $x_i(t) = (1-t)x_i + tx_i'$. Por el supuesto II, para todo t , $0 < t < 1$,

$$x_i'(t) > x_i, \text{ por lo tanto } x_i(t) > x_i^0,$$

así que (por [4.1]) $v(x_i^0) < v(x_i(t)) = (1-t)v(x_i) + tv(x_i')$. Sea que t tienda a cero; en el límite $v(x_i^0) \leq v(x_i)$.

⁷ K. J. Arrow y G. Debreu, "Existence of an Equilibrium for a Competitive Economy", *Econometrica*, 1954.

Para completar la prueba, consideremos un estado $[(x_i), (y_j)]$, donde $x_i \in X_i$ para todo i , $y_j \in Y_j$ para todo j , y demostramos que si $(x_i) > (x_i^0)$, el estado no es viable; es decir, $x - y \neq \zeta$.

$(x_i) > (x_i^0)$ significa que para todo

$$i, x_i \geq x_i^0, \text{ y para algunos } i, x_i > x_i^0;$$

por lo tanto, por (4.1) y (4.2)

$$\sum_i v(x_i) > \sum_i v(x_i^0);$$

es decir, $v(x) > v(x^0)$. Por otra parte (2.3) implica $v(y) \leq v(y^0)$, así que $v(x) - v(y) > v(x^0) - v(y^0)$. Dado que $x^0 - y^0 = \zeta$, $v(x - y) > v(\zeta)$, lo que elimina la posibilidad de que $x - y = \zeta$.

5. El óptimo de Pareto es un equilibrio de valuación. En esta sección L es un espacio lineal topológico.⁸ Sean x_i', x_i'' puntos de X_i ; definimos $I(x_i', x_i'') = \{t \mid [(1-t)x_i' + tx_i''] \in X_i\}$. Cuando X_i es convexo, $I(x_i', x_i'')$ es un intervalo real, con uno o dos puntos finales posiblemente excluidos. Además de los supuestos I y II, necesitamos aquí otros tres supuestos.

III. Para todo i , x_i, x_i', x_i'' en X_i los conjuntos

$$\{t \in I(x_i', x_i'') \mid (1-t)x_i' + tx_i'' \geq x_i\}$$

y

$$\{t \in I(x_i', x_i'') \mid (1-t)x_i' + tx_i'' \leq x_i\}$$

están cerrados en $I(x_i', x_i'')$.

Herstein y Milnor⁹ han introducido este axioma débil de continuidad de las preferencias, en otro contexto. Definimos

$$Y = \sum_j Y_j \text{ (el conjunto de todos los } y = \sum_j y_j \text{, donde}$$

$$y_j \in Y_j \text{ para todo } j).$$

⁸ Un espacio lineal topológico es un espacio lineal con una topología tal que las funciones $(x, y) \rightarrow x + y$ de $L \times L$ a L y $(t, x) \rightarrow tx$ de $R \times L$ a L son continuas. Cf. la definición de una topología, de la topología de un producto, de una función continua, en N. Bourbaki, *Éléments de mathématique* (París: Hermann, et Cie, 1940), Parte I, Libro 3, cap. i. Cf. la representación de formas lineales continuas en L , S. Banach, *Théorie des opérations linéaires* (Varsovia, 1932), en particular cap. iv, sec. 4.

⁹ I. N. Herstein y J. Milnor, "An Axiomatic Approach to Measurable Utility", *Econometrica*, 21, 291-297, 1953.

En este enunciado $X_{v(x_i^0)}$ puede ser sustituido por $X_{v(x_i^0)}$,

ya que todo

$$X_i \in X_i, X_i \sim x_i^0,$$

puede ser exhibido, como en la prueba de (4.2), como un límite de puntos pertenecientes a $X_{v(x_i^0)}$. Por lo tanto,

$$b) \sum_i v(x_i - x_i^0) + \sum_j v(y_j^0 - y_j) \geq 0 \text{ para todo } x_i \in X_i(x_i^0), \\ y_j \in Y_j.$$

Haciendo a todos, menos uno, de los x_i, y_j iguales a los correspondientes x_i^0, y_j^0 , probamos que el término restante de (b) $v(x_i - x_i^0) \geq 0$ para todo $x_i \in X_i(x_i^0)$ (o $v(y_j^0 - y_j) \geq 0$ para todo $y_j \in Y_j$) que es precisamente el enunciado del Teorema 2.

(5.2) es idéntico a (2.3), pero (5.1) no implica necesariamente a (2.2), y el Teorema 2 no corresponde por completo al título de esta sección. La observación siguiente, debida a Arrow¹¹ esencialmente, trata de llenar esta brecha:

OBSERVACIÓN. Bajo los supuestos I y III, si hay, para todo i , un $x_i' \in X_i$ tal que $v(x_i') < v(x_i^0)$, entonces (5.1) implica a (2.2).

Considérese un $x_i \in X_i, v(x_i) \leq v(x_i^0)$. Sea $x_i(t) = (1-t)x_i + tx_i'$. Para todo $t, 0 < t < 1, v(x_i(t)) < v(x_i^0)$ y por lo tanto, por (5.1),

$$x_i(t) < x_i^0$$

El conjunto

$$\{t \in I(x_i, x_i') \mid (1-t)x_i + tx_i' \leq x_i^0\}$$

contiene el intervalo $]0, 1[$; puesto que está cerrado en $I(x_i, x_i')$ (por el supuesto III), contiene al 0, es decir,

$$x_i \leq x_i^0.$$

[La condición de que haya $x_i' \in X_i$ tal que $v(x_i') < v(x_i^0)$ significa que el consumidor no tenga un $v(x_i^0)$ tan bajo que no pueda sobrevivir con ningún valor menor.]

¹¹ Arrow, op. cit., Lemma 5.

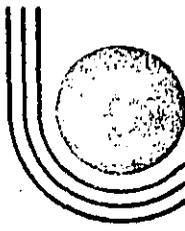
6. El supuesto de la eliminación sin costo. Demostraremos con un ejemplo la justificación económica del supuesto V cuando L no es dimensional finito. Supongamos que hay una secuencia infinita de bienes [debido, por ejemplo, a que la actividad económica ocurra en una secuencia infinita de fechas, un caso que estudió Malinvaud¹² con técnicas diferentes]. El espacio L será el conjunto de secuencias infinitas de números reales (z_h) tales que $\text{Sup } |z_h| < +\infty$. L está regido por $\|z\| = \text{Sup } |z_h|$.

El supuesto de la eliminación sin costo para la tecnología significa que si $y \in Y$ y $y_h' \leq y_h$ para todo h , entonces $y' \in Y$ [si una combinación de insumo-producto es posible, también lo es otra en que algunos productos son más pequeños o algunos insumos son mayores; esto implica que se puede eliminar sin costo un excedente]. Con este supuesto, si Y no está vacío, tendrá claramente un punto interior: selecciónese un número $\rho > 0$ y un punto $y \in Y$; considérese y' definido por $y_h' = y_h - \rho$ para todo h . La esfera con centro en y' , de radio ρ , está contenida en Y .

Se observan otros ejemplos de espacios lineales en economía cuando hay un número finito de bienes l , y el tiempo y/o la localización es una variable continua. La actividad de un agente económico se describe entonces por las l tasas de flujo de los bienes, como funciones del tiempo y/o la localización. El espacio L es el conjunto de l -conjuntos de funciones de la variable continua.

En todo caso, si se escoge L correctamente, la existencia de un punto interior para Y se seguirá del supuesto de la eliminación sin costo. Entonces la aplicación del Teorema 2 producirá una forma lineal continua $v(z)$.

¹² E. Malinvaud, "Capital Accumulation and Efficient Allocation of Resources", *Econometrica*, 21, 233-68, 1963.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LA EVALUACION DE INVERSIONES: UN ENFOQUE PROSPECTIVO

Ing. Reyes Juárez del Angel

SEPTIEMBRE, 1984

Resumen

En este trabajo se expone un enfoque general prospectivo para evaluar proyectos de inversión bajo incertidumbre, encaminado a la determinación de la varianza del VPN. Se apoya en ciertas medidas que cuantifican la variabilidad de los beneficios netos marginales y sus relaciones de interdependencia estocástica. Asimismo, se propone y discute un modelo sistematizado para evaluar estocásticamente, en términos prospectivos, proyectos escameros en el sector pesquero, incorporando variantes para ampliar el panorama *ex-ante* en la toma de decisiones.

1. Introducción

El problema fundamental del análisis de inversiones, que es enfrentado a menudo por los responsables de la toma de decisiones en entidades de los sectores público y privado, consiste básicamente en la identificación de la *mejor* alternativa de inversión entre un grupo de contendientes. La identificación de esa alternativa, *a priori*, producirá los mejores resultados en las instituciones involucradas en el proceso decisonal.

En el análisis de inversiones conceptualizadas bajo el enfoque anteriormente expuesto pueden distinguirse 4 etapas básicas [1] :

1. Identificación de la necesidad y oportunidad de inversión
2. Formulación de cursos alternativos de acción

3. Evaluación de los cursos de acción formulados, y
4. Selección de una o varias alternativas de inversión

En particular, por lo que respecta a la fase de *evaluación*, el problema puede abordarse desde un punto de vista *probabilístico* o *determinístico*, según sean incorporadas variables aleatorias o no dentro del análisis.

Resulta evidente, no obstante, que las variables que intervienen en el análisis de proyectos de inversión son aleatorias en mayor o menor grado, por lo que resulta conveniente y necesario acudir a la búsqueda de enfoques *formales* y *prácticos* que tomen en cuenta la incertidumbre asociada a las variables significativas, así como las relaciones de interdependencia entre las mismas.

Existen diversos métodos para atacar el problema en cuestión, diseñados en su mayoría para determinar la función de densidad de uno de los principales indicadores de evaluación de un proyecto: el Valor Presente Neto (VPN) [2]. Con base en *principios* involucrados en el enfoque pionero de *primer orden* [3], [4], la metodología propuesta en este trabajo, útil además de formal, se enmarca en el ámbito de la planeación prospectiva, constituyendo, en síntesis, un análisis de sensibilidad de tasas de descuento y coeficientes de variación que permiten *prever y concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis.

La metodología propuesta puede emplearse tanto para la evaluación financiera de proyectos como la económica, con la introducción apropiada de los precios

sombra que deberían castigar o favorecer a las inversiones en este último caso.

2. Descripción General del Modelo

El modelo propuesto se apoya en los siguientes principios:

- a. El valor esperado, $E[\cdot]$, de las variables aleatorias se define por las estimaciones medias correspondientes al caso determinístico.
- b. La incertidumbre de las variables se introduce a través de rangos en sus variancias ($\text{Var}[\cdot]$) o en sus coeficientes de variación ($\sigma[\cdot]$) y sus coeficientes de correlación ($\rho[\cdot, \cdot]$).

Para efectos de ilustrar el desarrollo del modelo utilizado es conveniente recordar la expresión para el cálculo del Valor Presente Neto de un proyecto P_j , $\text{VPN}(P_j)$:

$$\text{VPN}(P_j) = \sum_{t=0}^{m_j} b_{tj} (1 + r_j)^{-t}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

donde:

b_{tj} = beneficio neto marginal (financiero o económico) en el año t de P_j ¹

1 Los beneficios netos marginales son obtenidos por comparación de las situaciones con y sin el proyecto.

r_j = tasa de descuento anual de P_j

n_j = número de años del período de evaluación de P_j

n = número de proyectos

Si en la expresión anterior se considera como variables aleatorias a los *beneficios netos marginales* (las b_{tj} 's) y a las tasas de descuento (las r_j 's) como constantes, las expresiones resultantes para el cálculo del valor esperado de P_j ($E\{VPN(P_j)\}$) y la varianza de P_j ($Var\{VPN(P_j)\}$) -las cuales no requieren de aproximaciones para su determinación- son las siguientes:

$$E\{VPN(P_j)\} = \sum_{t=0}^{n_j} E\{b_{tj}\} (1 + r_j)^{-t}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \quad y$$

$$Var\{VPN(P_j)\} = Var\left\{ \sum_{t=0}^{n_j} b_{tj} (1 + r_j)^{-t} \right\} = \sum_{t=0}^{n_j} Var\{b_{tj}\} (1 + r_j)^{-2t} +$$

$$+ 2 \sum_{t=0}^{n_j} \sum_{i=t+1}^{n_j} Cov\{b_{tj}, b_{ij}\} (1 + r_j)^{-(t+i)}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

donde: $Cov\{b_{tj}, b_{ij}\}$ = covarianza de los beneficios netos marginales en los años "t" e "i" de P_j .

Esto es:

$$Cov\{b_{tj}, b_{ij}\} = \rho_{b_{tj}, b_{ij}} \sigma_{b_{tj}} \sigma_{b_{ij}} = \rho_{b_{tj}, b_{ij}} \nu_{b_{tj}} \nu_{b_{ij}} E\{b_{tj}\} E\{b_{ij}\}$$

donde:

$\rho_{b_{tj}, b_{ij}}$ = coeficiente de correlación entre los beneficios netos marginales de los años "t" e "i" de P_j , y

$\nu_{b_{tj}}$ = coeficiente de variación del beneficio neto marginal en el período i de P_j ($\text{Var}^{1/2}\{.\} = \sigma(.)$)

Finalmente si en la expresión derivada anteriormente para $\text{Var}\{\text{VPN}(P_j)\}$ se supone $\nu_{b_{tj}} = \nu_{b_{ij}} = \nu$, $\forall t$ e i , y utilizando la equivalencia mostrada para $\text{Cov}\{b_{tj}, b_{ij}\}$; se obtiene:

$$\text{Var}\{\text{VPN}(P_j)\} = \nu^2 \left\{ \sum_{t=0}^{n_j} E^2\{b_{tj}\} (1+r_j)^{-2t} + 2 \sum_{t=0}^{n_j} \sum_{i=t+1}^{n_j} \rho_{b_{tj}, b_{ij}} E\{b_{tj}\} E\{b_{ij}\} (1+r_j)^{-(t+i)} \right\}_j,$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

A partir de las expresiones precedentes, es posible calcular, para cada uno de los proyectos de inversión propuestos, el valor esperado correspondiente y la varianza del mismo, dependiendo de los beneficios netos esperados, los coeficientes de variación y correlación, y de la tasa de descuento adoptada. Asimismo, variaciones introducidas en los parámetros anteriores permiten realizar análisis de sensibilidad sobre la incertidumbre asociada a cada uno de los proyectos y definir posteriormente criterios de aceptación y rechazo de los mismos.

Es importante hacer observar que la función que desempeñan los coeficientes de variación y correlación se direcciona hacia la determinación de *cotas de variación* en las variables básicas que definen y determinan los beneficios netos marginales en cada uno de los proyectos de inversión, con el objeto de que, *bajo los mismos valores esperados de dichos beneficios*, sea minimizado el riesgo de que el VPN real (a posteriori) resulte negativo. Las variables básicas tendrán que estar relacionadas con la inversión requerida, los ingresos y egresos de operación, y en este sentido lo que se pretende es *normar* acciones para que las hipótesis de productividad que se hayan supuesto en el proyecto no solo se cumplan en valor esperado, sino también en relación a su "no ocurrencia" en términos de variaciones bruscas.

Una forma alternativa para la aplicación del método es la de referir la incertidumbre a los componentes de los beneficios netos. En algunos casos, cuando la desagregación de dichos beneficios se desee llevar a un alto nivel de detalle es recomendable la utilización del previamente mencionado enfoque de primer orden, bajo el cual se aproximan las expresiones de $E\{VPN(P_j)\}$ y $Var\{VPN(P_j)\}$ mediante desarrollos de series de Taylor, eliminando los términos de segundo orden y superiores. Lo anterior debido fundamentalmente a que el tratamiento probabilístico exacto resulta ser muy complejo y, frecuentemente, no soluble.

1 Un ejemplo de la aplicación del método propuesto desagregando algunas de las componentes de los beneficios netos se presenta en la Sección 3 y corresponde a un desarrollo general para la evaluación bajo incertidumbre de proyectos pesqueros.

Regiones de Aceptación y Rechazo de Proyectos de Inversión

A partir de los valores resultantes para $E\{VPN(P_j)\}$ y $Var\{VPN(P_j)\}$ de cada uno de los proyectos de inversión, pueden definirse regiones de aceptación o rechazo, tomando en cuenta las consideraciones que se presentan a continuación:

- a. Dado que el VPN de un proyecto de inversión es una suma de variables aleatorias $VPN(P_j) = \sum_{t=0}^{n_j} b_{tj}(1+r_j)^{-t}$, es razonablemente cierto suponer que, de acuerdo al Teorema del Límite Central, su función de densidad sigue muy de cerca un comportamiento probabilístico de tipo normal [5].
- b. De lo anterior se pueden derivar criterios de aceptación o rechazo de proyectos y visualizarse en un sistema de ejes coordenados a través de rectas de la forma $E[VPN] - \beta_k \sigma[VPN] = 0$ para diferentes valores del parámetro β_k , siendo éste el fractil k-ésimo de la distribución normal estándar. Dichas rectas establecen una partición del espacio cartesiano, generando regiones de aceptación (a su derecha) y rechazo (a su izquierda) bajo distintos niveles de confianza de la hipótesis $H_0: VPN_{real} \text{ (a posteriori)} > 0$, delimitadas por los rangos de las tasas de descuento y coeficientes de variación considerados.

Con el propósito de ilustrar las ideas anteriores, la Figura 1 presenta los resultados del análisis de sensibilidad de la evaluación bajo incertidumbre de un proyecto seleccionado para el ejercicio. En la figura mencionada los valores a la derecha (o por debajo) de la recta en las áreas sombreadas para

$\sigma[\text{VPN}]$
Millones de Pesos

NIVELES DE CONFIANZA PARA LA ACEPTACION DE LA HIPOTESIS: $\text{VPN} > 0$

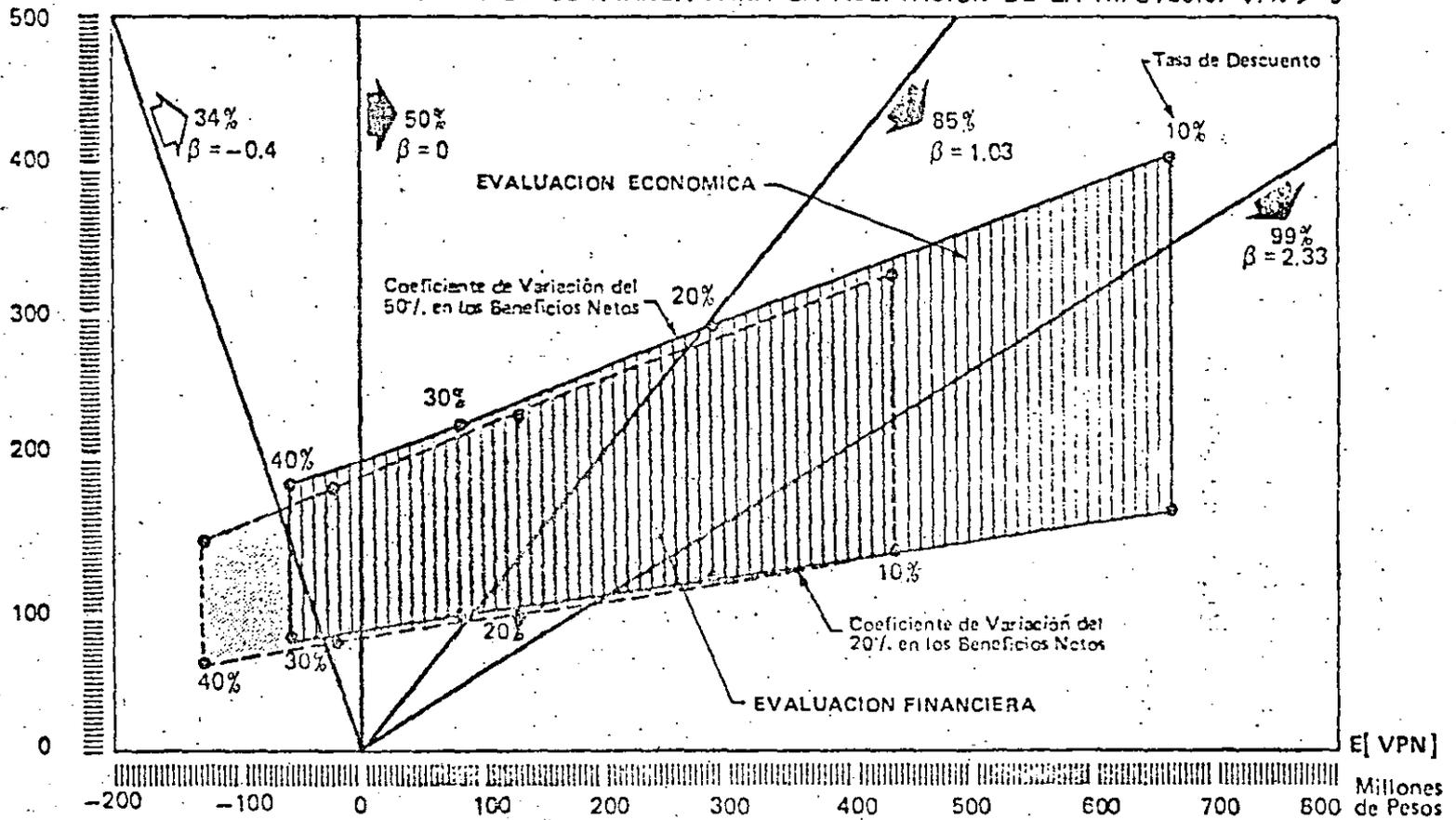


FIG. 1 REGIONES DE ACEPTACION Y RECHAZO DE PROYECTOS DE INVERSION

$\beta = 2.33$ representan una confiabilidad superior al 99% de que el VPN real de la implantación del proyecto (ex-post) resulte positivo (es decir, menos de una posibilidad en 100 de que el proyecto fracase)¹.

De manera similar, las rectas ilustradas para $\beta = -0.40$ y $\beta = 0$ definen las regiones de aceptación o rechazo sobre las áreas sombreadas, asociadas a niveles de confianza del 34 y del 50%, respectivamente.

El ejemplo presentado ilustra también los resultados para diferentes tasas de descuento (del 10 al 40%) y para una franja entre el 20 y 50% sobre los coeficientes de variación, en los beneficios netos. Se indican también dos grandes bloques, que corresponden a la evaluación financiera y a la evaluación económica.

3. Un Modelo General para la Evaluación Bajo Condiciones de Incertidumbre de Proyectos de Escama en el Sector Pesquero

En esta sección se discute un modelo de evaluación propuesto para proyectos de escama en el sector pesquero, a partir del modelo general bajo condiciones de incertidumbre expuesto en la Sección 2 de este trabajo [6]. El modelo

¹ Esto es, dado que $Z = [VPN(P_j) - E\{VPN(P_j)\}] / \sigma\{VPN(P_j)\}$, donde $Z \sim N(0,1)$, la probabilidad de que el $VPN(P_j)$ resulte negativo está dada por:

$$P\{VPN(P_j) < 0\} = P\{Z < - E\{VPN(P_j)\} / \sigma\{VPN(P_j)\}$$

incorpora variantes de tipo probabilístico que, si bien son muy demandantes por lo que respecta a la información requerida y a la normalmente disponible, abren un panorama interesante para efectos de toma de decisiones y, por lo tanto, importante en términos de impulsar su materialización sistematizada.

Sean:

V_t = cantidad total de especies de escama a procesar en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$

P_{it} = probabilidad de encontrar la especie de escama i en V_t , $i = 1, 2, \dots, m$
 $(\sum_{i=1}^m P_{it} = 1, t = 1, 2, \dots, n)$

d_{ikt} = % de la especie de escama i destinada al proceso industrial k en el año t , $k = 1, 2, \dots, \ell$
 $(\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{\ell} d_{ikt} = 1, t = 1, 2, \dots, n)$

c_{ikt} = costo total de operación de la especie de escama i después de pasar por el proceso k en el año t , $t = 1, 2, \dots, n$

z_{ikt} = precio de venta de la especie de escama i después de pasar por el proceso k en el año $t = 1, 2, \dots, n$

r_{kt} = rendimiento operacional esperado del proceso k en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$ ($0 \leq r_{kt} \leq 1$).

En cualquier año t , el ingreso total de procesar una cantidad V_t de especies de escama, I_t , está dado por:

$$I_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{ikt} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por su parte, el costo total correspondiente de procesar la misma cantidad V_t , C_t , está dado por:

$$C_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{ikt} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por consiguiente, el beneficio neto en cualquier año t está dado por $b_t = I_t - C_t$:

$$b_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{ikt} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} - \sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{ikt} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

La expresión de b_t puede escribirse en forma sintética utilizando la siguiente notación matricial:

$$b_t = V_t P_t Y_t^T, \quad t = 1, 2, \dots, n,$$

donde:

$V_t = (V_t)$ es un escalar, $t = 1, 2, \dots, n$

$P_t = (P_{jt})$ es un vector de $1 \times m$, $j = 1, 2, \dots, m$, $t = 1, 2, \dots, n$

$Y_t^T = (y_{jt})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jt} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jit} r_{it} z_{jit} - c_{jit}$,
 $t = 1, 2, \dots, n$ $j = 1, 2, \dots, m$,

A partir de lo anterior, el VPN del proyecto de la planta de escama con ubicación espacial u , $VPN(P_u)$, e inversión inicial I_{0u} , estaría dado por:

$$VPN(P_u) = \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} - I_{0u}, u \in A = \text{conjunto de ubicaciones espaciales bajo consideración}$$

donde:

V_{tu} = cantidad de especies de escama a procesar en el año t en la planta u ,
 $u \in A$

$P_{tu} = (P_{jtu})$ es un vector de $1 \times m$ que contiene las probabilidades de encontrar la especie de escama j en una cantidad V_t en la localidad espacial u^1 ,
 $u \in A$

1 En cualquier localización espacial u , la probabilidad de encontrar la especie de escama, j , P_{uj} , en una cantidad dada de captura V_t que podría ser obtenida de w regiones circundantes, está determinada por:

$$P_{uj} = \sum_{i=1}^w P_u(j/i) P_u(i), j = 1, 2, \dots, m \text{ y } u \in A$$

donde:

$P_u(j/i)$ = probabilidad de encontrar la especie j dado que procede de la región i .

$P_u(i)$ = verosimilitud de la importancia de la región i en la ubicación espacial u

$$\sum_{j=1}^m P_{uj} = 1, P_{uj} > 0; \sum_{i=1}^w P_u(i) = 1, P_u(i) > 0$$

$Y_{tu}^T = (y_{jtu})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jtu} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jitu} r_{itu} z_{jitu} - c_{jitu}$
 (d_{jitu} , r_{itu} , z_{jitu} y c_{jitu} definidas igual que d_{jit} , r_{it} , z_{jit} y c_{jit} ,
 respectivamente, pero en relación a la localización espacial u)

r_u = tasa de descuento anual para la planta de escama ubicada en u , $u \in A$

En base a la notación de $VPN(P_u)$, se procede a analizar el tratamiento probabilístico correspondiente.

Si, a diferencia del modelo de evaluación bajo incertidumbre de la Sección 2, se considera a las V_t 's como variables aleatorias y tanto las tasas de descuento (las r_u 's) como P_{tu} , Y_{tu} e I_{ou} permanecen constantes, las expresiones que resultan para $E\{VPN(P_u)\}$ y $Var\{VPN(P_u)\}$ son las siguientes:

$$E\{VPN(P_u)\} = \sum_{t=1}^{n_u} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} E\{V_{tu}\} - I_{ou}, u \in A$$

$$Var\{VPN(P_u)\} = Var\left\{ \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} \right\}$$

$$= \sum_{t=1}^{n_u} Var\{V_{tu}\} (P_{tu} Y_{tu}^T)^2 (1 + r_u)^{-2t} +$$

$$+ 2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=1+1}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T) (P_{iu} Y_{iu}^T) Cov\{V_{tu}, V_{iu}\} (1 + r_u)^{-(t+i)},$$

$u \in A.$

donde:

$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\}$ = covarianza de las cantidades de proceso en los años "t" e "i" de P_u

Esto es:

$$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\} = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \sigma_{V_{tu}} \sigma_{V_{iu}} = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \sigma_{V_{tu}} \sigma_{V_{iu}} \{E\{V_{tu}\} \cdot E\{V_{iu}\}\},$$

donde:

$\rho_{V_{tu}, V_{iu}}$ = coeficiente de correlación de las cantidades de proceso en los años "t" e "i" de P_u , y

$\nu_{V_{tu}}$ = coeficiente de variación del volumen de proceso en el año T de P_u ($Var^{1/2}(\cdot) = \sigma(\cdot)$)

Uniformizando a un mismo nivel los coeficiente de variación (ν) de las cantidades de proceso y utilizando la equivalencia mostrada para

$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\}$, la expresión resultante para $Var\{VPN(P_u)\}$ es la siguiente:

$$Var\{VPN(P_u)\} = \nu^2 [P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t}]^2 E^2\{V_{tu}\} +$$

$$+ \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T) (P_{iu} Y_{iu}^T) (1 + r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{iu}} E\{V_{tu}\} E\{V_{iu}\},$$

$u \in A$

La utilización de las expresiones derivadas para $E\{VPN(P_u)\}$ y $Var\{VPN(P_u)\}$ permite dar respuesta a cuestionantes del tipo "qué pasa si" se tuvieren variaciones bruscas en la composición final de los porcentajes de producción de cada proceso, que se ve influenciada determinantemente por la mezcla inicial de especies a procesar.

Si se denota por $E\{VPN(P_{uj})\}$ al valor del $VPN(P_u)$, considerando que la totalidad de la producción surge del proceso j -ésimo, $j = 1, 2, \dots, \ell$, puede definirse el *Valor Esperado del VPN Múltiple* de P_u , $E\{VPN_M(P_u)\}$, como se indica a continuación:

$$E\{VPN_M(P_u)\} = \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j E\{VPN(P_{uj})\} =$$

$$= \left[\sum_{t=1}^{n_u} \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right] (1 + r_u)^{-t} - I_{ou}$$

donde $\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j = 1$, $\alpha_j \geq 0$

La $Var\{VPN_M(P_u)\}$, asimismo, podría escribirse como sigue:

$$Var\{VPN_M(P_u)\} = \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right)^2 (1 + r_u)^{-2t} E^2\{V_{tu}\} + \right.$$

$$\left. + 2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right) \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{iju} Y_{iju}^T \right) (1 + r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{ju}} E\{V_{tu}\} E\{V_{ju}\} \right],$$

$u \in A$

Si ahora en la expresión anterior se uniformizan a un mismo nivel tanto las cantidades anuales de captura ($V_{tu} = V_u$, $t = 1, 2, \dots, n_u$) como las expresiones correspondientes a P_{tuj} y Y_{tuj}^T ($P_{tuj} = P_{uj}$ y $Y_{tuj}^T = Y_{uj}^T$, $t = 1, 2, \dots, n_u$), además de suponer independencia entre las cantidades anuales de captura, la nueva ecuación simplificada para $\text{Var}\{\text{VPN}_M(P_u)\}$ es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Var}\{\text{VPN}_M(P_u)\} &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{uj} Y_{uj}^T \right]^2 (1 + r_u)^{-2t} E^2\{V_u\} \\ &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{uj} Y_{uj}^T \right) E\{V_u\} \right]^2 \\ &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consecuentemente, } \sigma\{\text{VPN}_M(P_u)\} &= \left(\nu \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right) \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \right]^{1/2} = \\ &= \nu \underline{b}_u \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \right]^{1/2}, \end{aligned}$$

donde \underline{b}_u = beneficio marginal neto múltiple durante el período de planeación

$$\left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right) = \underline{b}_u$$

Asimismo, se tiene que $E\{\text{VPN}_M(P_u)\} = -I_{ou} + \sum_{t=1}^{n_u} b_u (1 + r_u)^{-t}$, por lo que, finalmente, la expresión para $\sigma\{\text{VPN}_M(P_u)\}$ se puede sintetizar como:

$$\sigma\{VPN_M(P_u)\} = \begin{cases} k\{E\{VPN_M(P_u)\} + I_{ou}\} \nu, & b_u \geq 0, \\ -k\{E\{VPN_M(P_u)\} + I_{ou}\} \nu, & b_u < 0, \end{cases}$$

donde $k = \frac{\sum_{t=1}^{n_u} (1+r_u)^{-2t} 1/2}{\sum_{t=1}^{n_u} (1+r_u)^{-t}}$

que representa la ecuación de rectas con pendiente $k\nu$ y ordenada al origen $k\nu I_{ou}$ en un espacio cartesiano $[E\{VPN_M(P_u)\}, \sigma\{VPN_M(P_u)\}]$, con $\sigma\{VPN_M(P_u)\} > 0$.

Un resultado particularmente interesante que deriva de lo anterior es el referente al coeficiente de variación del $VPN_M(P_u)$, δ ; esto es:

$$\delta = \frac{\sigma\{VPN_M(P_u)\}}{E\{VPN_M(P_u)\}} = \frac{k\nu [E\{VPN_M(P_u)\} + I_{ou}]}{E\{VPN_M(P_u)\}} = \Delta k\nu = z\nu,$$

donde $\Delta = (1 + I_{ou}/E\{VPN_M(P_u)\})$. Esto implica que, bajo las hipótesis iniciales presentadas, un coeficiente de variación ν en las cantidades anuales de captura repercute en z veces sobre la variación del $VPN_M(P_u)$.

Los conceptos anteriores pueden trasladarse al espacio cartesiano $\{E\{VPN_M(P_U)\}, \sigma\{VPN(P_U)\}\}$ y, utilizando como extremos las coordenadas de los puntos que corresponden a $\min_j E\{VPN(P_{Uj})\}$ (que implica que toda la "producción" de la planta ha sido obtenida mediante el proceso de menor rendimiento operacional) y $\max_j E\{VPN(P_{Uj})\}$ ¹, $j = 1, 2, \dots$, se genera el conjunto de posibilidades para cualquier combinación de ponderaciones α_j , dados el coeficiente de variación de las cantidades de proceso y la tasa de descuento adoptada. Las regiones y el criterio de aceptación o rechazo se enmarcan en el mismo contexto de lo expuesto en la Sección 2 y un ejemplo ilustrativo a este respecto se indica en la Figura 2 y Tabla 1.

En particular, la Tabla 1 muestra los resultados obtenidos en la evaluación de un proyecto seleccionado, tanto para el caso financiero como económico, para coeficientes de variación de 20 y 50% en las cantidades anuales de captura y a una tasa de descuento del 20%. Se indican 3 tipos de procesos: *filetes* (de mayor rendimiento operacional), *frescos - enhielados* y *enteros - congelados* (menor rendimiento operacional). El punto $F(0.40, 0.40, 0.20)$ en la evaluación financiera, es decir $\alpha_1 = 0.4$, $\alpha_2 = 0.40$ y $\alpha_3 = 0.20$ ², presenta un valor esperado de 369.7 millones de pesos y desviaciones estándar entre 58 y 145 millones, dependiendo del coeficiente de variación.

1 De igual forma, este punto corresponde al caso en que la totalidad de la producción se realiza mediante el proceso de mayor rendimiento.

2 Esto significa que del volumen total de materia prima a procesar el 40% será destinado al proceso de fileteado, el 40% se comercializará en la forma de frescos - enhielados y el 20% restante corresponderá a especies a venderse como enteros - congelados.

CASO	NIVEL DE PRODUCCION	INGRESO ¹	COSTO ¹	BENEFICIO ¹	E[VPN _M (P _U)] ^{1,2}	$\sigma[VPN_M(P_U)]^{1,2}$	
						$\nu = 0.2$	$\nu = 0.5$
Financiero	Solo Filetes A(1,0,0)	816.7	511.9	304.8	770.9	90.7	226.8
	Solo Frescos B(0,1,0)	641.7	511.9	129.8	37.2	38.6	96.5
	Solo Enteros C(0,0,1)	616.7	511.9	104.8	-67.6	31.2	78.0
	CASO BASE D(0.20,0.35,0.45)	665.5	511.9	153.6	137.0	45.7	114.3
	E(0.50,0.50,0)	729.2	511.9	217.3	404.0	64.7	161.7
	F(0.40,0.40,0.20)	706.7	511.9	194.8	309.7	58.0	144.9
Económico	Solo Filetes A'(1,0,0)	816.7	473.5	343.2	923.9	102.1	255.4
	Solo Frescos B'(0,1,0)	641.7	473.5	168.2	190.2	50.0	125.1
	Solo Enteros C'(0,0,1)	616.7	473.5	143.2	85.4	42.6	106.6
	CASO BASE D'(0.20,0.35,0.45)	665.5	473.5	192.0	289.8	57.1	142.8
	E'(0.50,0.50,0)	729.2	473.5	255.7	557.0	76.1	190.2
	F'(0.40,0.40,0.20)	706.7	473.5	233.2	462.7	69.4	173.5

Nota: Las inversiones requeridas son de 507 y 515 millones de pesos para el caso financiero y económico, respectivamente.

1 Millones de pesos

2 A una tasa de descuento del 20%

TABLA 1 RESULTADOS DE LA EVALUACION BAJO INCERTIDUMBRE CON VARIACIONES EN LA COMPOSICION DE LA PRODUCCION

4. Conclusiones

En este trabajo se ha expuesto un enfoque general prospectivo para evaluar proyectos de inversión bajo incertidumbre, encaminado a la determinación de la varianza del VPN. La única información que se requiere para conformar el elemento probabilístico de apoyo son ciertas medidas en la variabilidad de los beneficios netos marginales y sus relaciones de interdependencia estocástica. La variabilidad de los beneficios netos marginales es introducida a través de *coeficientes de variación* y las relaciones de interdependencia entre dichos beneficios por medio de *coeficientes de correlación*.

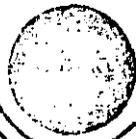
Es necesario enfatizar que la metodología utilizada, apoyada en principios involucrados en el enfoque de primer orden, proporciona *soluciones exactas* al problema en cuestión. Enmarcada en el ámbito de la planeación prospectiva, se constituye en un valioso análisis de sensibilidad de tasas de descuento y coeficientes de variación que permiten *prever y concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis. Dichos coeficientes de variación y correlación, *direcciones* la determinación de *cotas de variación* en las variables básicas que definen los beneficios netos marginales de proyectos de inversión, con el objeto de que, bajo los mismos *valores esperados* de los beneficios, sea minimizado el riesgo de que el VPN del proyecto resulte negativo.

Asimismo, apoyándose en el modelo general se particulariza en un modelo sistematizado para evaluar proyectos de escama en el sector pesquero que

incorpora variantes que amplian el panorama de la evaluación para efectos de toma de decisiones. Específicamente evalúa las repercusiones que tendrían sobre la rentabilidad del proyecto, variaciones bruscas en la composición de la producción y su sensibilidad sobre los diferentes procesos involucrados.

5. Referencias

1. Ochoa F., *Estructura del Problema de Selección Optima de Inversiones*, FOA Consultores, S.C., 1974.
2. Hillier, F.S., *The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments*, Mgmt. SCI.9, 443 - 447, 1963.
3. Cornell, C.A., *First Order Analysis of Model and Parameter Uncertainty*, International Symposium on Uncertainties in Hidrologic and Water Resource Systems, Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, 1972.
4. Díaz Padilla, J. *Análisis de Inversiones Bajo Condiciones de Incertidumbre*, XIV Convención Nacional de IMIQ, Guadalajara, Jalisco, 1974.
5. Mood, M., Graybill, F., and Duane, C., *Introduction to the Theory of Statistics*, McGraw-Hill, Inc., 1950.
6. Juárez Del A., R. *La Evaluación y Selección de Proyectos de Inversión: Una Aplicación en el Subsector Pesquero*, Tema presentado para Examen de Grado (Maestría), Facultad de Ingeniería, UNAM, 1982.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

EVALUACION DE PROYECTOS EN EDUCACION, CIENCIA Y TECNOLOGIA

M. en C. Eduardo Martínez García

SEPTIEMBRE, 1984

El Análisis de Coste-Beneficio:
Su Aplicación y Limitaciones para la Toma de Decisiones en
El Campo de la Educación

por

Irving Sirken

Este trabajo tiene dos objetivos principales: (1) describir las características principales del análisis de coste-beneficio con particular referencia a los programas y proyectos educativos; y (2) discutir las posibles aplicaciones y limitaciones del análisis de coste-beneficio para la toma de decisiones en el sector educativo.

El análisis costes-beneficios intenta aplicar una técnica cuantitativa bastante sofisticada para tratar de responder a la pregunta práctica de si un programa o proyecto particulares son dignos de atención desde el punto de vista económico. La esencia del análisis consiste en comparar los costos del programa o proyecto con sus beneficios. Cuando los costos o los beneficios no son económicos, o bien no medibles, la utilidad de este tipo de análisis resulta considerablemente disminuida.

La utilización del análisis costes-beneficios en el proceso de toma de decisiones está basada en los siguientes supuestos:

- (a) los recursos son escasos;
- (b) existen diversas alternativas para su empleo;
- (c) sus costos y/o beneficios son mensurables.

El análisis de coste-beneficio es una técnica para ayudar a evaluar los méritos económicos de un programa o proyecto mediante su comparación con las alternativas existentes en el empleo de los recursos requeridos para llevar a cabo dicho programa o proyecto. El análisis podría ayudar a los ejecutivos que toman decisiones a sacar el máximo provecho de los limitados recursos económicos al permitirles seleccionar el mejor de los programas o proyectos disponibles. Las opciones que se ofrecen a un Ministro de Educación estarán generalmente confinadas al sector de la educación, mientras que un Ministro de Planificación puede cubrir el campo de la economía general y, por consiguiente, dispone de una amplia gama de elecciones posibles entre diversos sectores.

Es la escasez de recursos económicos lo que hace necesaria la elección. Si los recursos estuvieran disponibles en cantidades ilimitadas, la elección no sería necesaria porque no habría un castigo cuando los recursos quedaran inutilizados, o bien fueran utilizados en forma deficiente. Bajo estas condiciones utópicas, no habría ninguna limitación para los programas y proyectos que se podrían llevar a cabo.

Si los ejecutivos que toman decisiones han de hacer una elección, los recursos a su disposición deben poder ser utilizados de forma distinta, o en otros sectores de la economía. Si una cantidad de recursos pudiera ser utilizada en cualquier forma determinada, entonces la única opción abierta a los órganos de decisión consistiría en

decidir si utilizar o no tales recursos. Este tipo de situación no es desconocida en el campo de la educación. Por ejemplo, si a un país en vías de desarrollo se le ofrece un obsequio en la forma de un edificio destinado a la educación, pero a base de "tomarlo o dejarlo", el país en cuestión no tiene la opción de utilizar las divisas, necesarias para construir y equipar el edificio, en otro objetivo que pueda ser de mayor prioridad. Al país no le compensaría aceptar el obsequio si los beneficios derivados del edificio destinado a la educación no se comparan favorablemente con la cantidad de recursos del propio país que deberían ser utilizados para usar y mantener el edificio. Una situación más usual es aquella en la que hay limitaciones considerablemente importantes respecto al cuándo, dónde y cómo los recursos físicos y humanos pueden utilizarse en proyectos. En tales casos, la escala de opciones puede ser bastante limitada y el análisis para decidir la utilización más efectiva de estos recursos en particular deberá limitarse a las opciones disponibles.

El análisis coste-beneficio consiste en identificar y medir los costes y los beneficios económicos con el fin de determinar si los beneficios exceden los costes, y en qué cantidad. Por consiguiente, esta técnica de análisis viene limitada, en su aplicación práctica, a aquellos costes y beneficios que son mensurables en unidades monetarias de forma tal que puedan compararse los unos con los otros y que tales comparaciones puedan aplicarse a proyectos y programas distintos. La necesidad de medición impone una limitación considerable al uso del análisis de costes-beneficios en la educación, ya que muchos de los importantes beneficios derivados de los programas educativos no son mensurables en forma ninguna, o no lo son en términos monetarios.

Los méritos de programas o proyectos educativos determinados serán distintos según si se enfocan desde el punto de vista de los individuos afectados, o bien desde el de la economía general. Por ejemplo, un proyecto que implica la expansión de la Facultad de Ingeniería puede ser muy atractivo para los estudiantes que se matriculen en esta facultad, siempre que ellos no tengan que pagar por su educación y puedan contar con obtener salarios elevados después de graduarse. Pero mirando al proyecto desde el punto de vista de la economía general, deberíamos tomar en consideración lo que la educación en Ingeniería le cuesta al gobierno. Este enfoque haría que el proyecto resultara menos atractivo que cuando se considera desde el punto de vista de los estudiantes individuales, aunque todavía podría valer la pena.

Uno puede también pensar en un proyecto que resultaría más "beneficioso" para la economía del país que para algunos de sus individuos. Esto se aplicaría al caso en que la construcción de un grupo de escuelas estuviera financiada por medio de elevados impuestos a la propiedad. Los contribuyentes que no tuvieran hijos no se beneficiarían directamente de la construcción de las nuevas escuelas, si bien las mismas pueden resultar altamente beneficiosas para las familias cuyos niños asistieran a dichas escuelas, así como también a la economía del país en general.

Identificación y Medición de los Costes

Los costes de un proyecto de educación para la economía consisten en todos los recursos, tanto físicos como humanos, que se utilizan en la construcción y en la fase operativa del proyecto. Estos costes están expresados en términos monetarios e incluyen, no sólo los que gravan a los individuos y las agencias gubernamentales directamente implicadas, sino también todos aquellos costes en los que debe incurrirse para producir los beneficios que se esperan del proyecto. Algunos costes, como la enseñanza y los libros, gravan a los directamente implicados en el proyecto o programa, (tales son los costes privados) otros gravan al gobierno. Estos dos tipos de costes, tomados conjuntamente, comprenden el coste total para la economía y son precisamente estos costes totales los que son significativos para el que debe tomar una decisión pública, que actúa en el interés de la economía general. El individuo particular, por otro lado, actuará generalmente basándose en el coste para él, más que para la economía en general.

- (1) Detallar las partidas de coste más importantes de un proyecto que consiste en la construcción de un grupo de escuelas secundarias diseñadas para acomodar una mayor matrícula:
¿Cuál puede ser el efecto que la no inclusión de ciertas partidas en la estimación de costes pueda tener sobre la toma de la decisión? 1/

Al medir los costes económicos de un proyecto podemos normalmente tomar los costes actuales o financieros como medidas razonablemente buenas de los sacrificios que la economía debería hacer si el proyecto se llevara a cabo. Sin embargo, hay casos en que los costes actuales de ciertos insumos, subestiman o bien exageran sus costes reales, es decir, su valor derivado de su escasez o la medida en que el proyecto absorbería recursos que podrían ser utilizados con otros propósitos. Estos precios deberían ajustarse de forma que reflejaran sus valores económicos reales. En proyectos educativos, quizás el más importante de estos ajustes sea el de los salarios, en el caso en que un gobierno está considerando un proyecto de construcción de una escuela en un país que se caracteriza por tener una alta base de desempleo, o de subempleo, lo cual es un fenómeno demasiado común en los países en vías de desarrollo. Bajo estas condiciones, los niveles de salarios actuales tienden a exagerar el coste de la mano de obra para la economía, ya que la alternativa a la utilización de la mano de obra en el proyecto en concreto, sería el desempleo o el empleo parcial. Por consiguiente, el empleo de trabajadores en la construcción de escuelas no privaría a la economía de ninguna producción, o bien tan sólo de un nivel de producción menor que la que dicha mano de obra obtendría en el citado proyecto de construcción de escuelas.

Por ejemplo, supongamos que los trabajadores están empleados a tiempo completo alrededor de tres meses al año y ganan el equivalente a \$150 en su empleo y otros \$150 en otros trabajos. Si ellos van a percibir \$600 al año a los niveles de salarios corrientes, para traba-

1. Los temas para discusión están distribuidos a lo largo del texto

jar en un proyecto de construcción de escuelas, sólo estaríamos privando al resto de la economía de \$300 valor de producción y no de \$600. Esto quiere decir que los pagos de salarios en el proyecto de construcción de escuelas exageran el coste de esta mano de obra para la economía.

¿Cómo deberíamos tratar las diferencias entre costes actuales o financieros y costes económicos de la mano de obra en el análisis de coste-beneficio? También, cuáles serían las implicaciones de este ajuste en la toma de decisiones? Para responder a la primera pregunta: al estimar los costes económicos del proyecto de construcción de escuelas deberíamos suponer niveles de salarios que estén por debajo de los salarios que se pagarían a los trabajadores. Deberíamos pues asignar lo que los economistas llaman salarios de cuenta o de sombra. La determinación de cuánto deberían estar por debajo de los niveles de salarios actuales, dependería de nuestra mejor estimación de lo que estos trabajadores ganarían (o sea lo que contribuyen a la producción total de la economía) si no estuvieran empleados en el proyecto de construcción de escuelas, lo cual sería el coste económico de su mano de obra.

El ajuste de los costes actuales de los salarios con el fin de reflejar en forma más adecuada los costes económicos de la mano de obra puede afectar en forma significativa los costes totales de un proyecto de educación y, por lo tanto, sus méritos económicos. Otra discrepancia bastante común entre los costes financieros y los costes económicos se encuentra en el precio de las divisas en aquellos países en vías de desarrollo en los que la tasa de cambio oficial subvalora el valor económico, o de escasez, de las divisas, de forma que el coste actual o financiero de la maquinaria y los materiales importados es menor que su coste económico.

Las consecuencias de un ajuste de los costes financieros de la mano de obra y de las divisas vienen ilustradas en el siguiente ejemplo. Consideremos dos proyectos de construcción de escuelas cuyo detalle de costes se muestra más abajo. Supongamos que la tasa de cambio oficial es de 5 rupias por dólar mientras que el precio de sombra o la tasa económica sea de 7 rupias por dólar. Supongamos además que los trabajadores a ser empleados en la construcción de las escuelas podrían, si no trabajaran allí, estar ocupados en forma productiva tan sólo a tiempo parcial.

	<u>Proyecto I</u>	<u>Proyecto II</u>
Materias primas locales.....	3 millones \$	3 millones \$
Salarios.....	2 millones \$	6 millones \$
Bienes de equipo importados....	4 millones \$	1 millón \$
COSTES TOTALES.....	9 millones \$	10 millones \$

- (2) Calcule los costes financieros y económicos de los dos proyectos.
- (3) Cuáles son las implicaciones en la toma de decisiones, de las diferencias entre los costes financieros y económicos de los dos proyectos?

Para estimar los costes económicos de un proyecto, debemos efectuar no sólo los necesarios ajustes en sus costes financieros, sino también tener en cuenta su distribución temporal, ya que el valor económico del dinero gastado en un momento dado depende no sólo de la cantidad sino de cuándo se gasta. El valor actual de dólares 100 que se inviertan en el futuro es menor que el valor de los \$100 invertidos hoy. Hasta qué punto dicho valor es menor dependerá del valor adquisitivo del dinero. En cualquier economía, existen siempre oportunidades para invertir el dinero (o sea los recursos) de forma que obtenga un rendimiento bajo la forma de interés, beneficios, u otros beneficios económicos, que revista una forma distinta. En la jerga de los economistas, el rendimiento de una inversión recibe el nombre de costo de oportunidad del capital, y el cual sirve como punto de referencia para evaluar los méritos económicos de proyectos de inversiones en particular.

Si el costo de oportunidad del capital en un país es, digamos, el 8%, ello quiere decir que el rendimiento corriente es del 8% al año. Si se espera que un determinado proyecto rinda menos que 8% al año, resultaría antieconómico invertir los recursos para obtener un rendimiento del 8%. Si se espera que un proyecto rinda más del 8%, tanto mejor. ¿Cómo sumamos costes que tienen lugar a lo largo de un período de tiempo? Supongamos dos proyectos con los siguientes costes, y supongamos también que el coste de oportunidad del capital es 8%:

<u>Año</u>	<u>PROYECTO I</u>	<u>PROYECTO II</u>
	<u>Costes</u> (millones US\$)	<u>Costes</u> (millones US\$)
0	1	0,5
1	2	0,5
2	3	0,5
3	3	0,5
4	1,0	0,5
5	0,5	1,5
6	0,5	2,0
7	0,5	2,0
8	0,5	2,0
9	0,5	2,0
10	0,5	2,0

Si se va a incurrir en los costes de un proyecto a lo largo de un período de años, y estos costes van a sumarse, los costes futuros deben actualizarse con el coste de oportunidad del capital para convertirlos a un año base común. Cuáles son las implicaciones especiales de la actualización de costes para la toma de decisiones en proyectos de educación? La actualización en el tiempo tiene una importancia particular cuando los costes tienen diferentes estructuras temporales. Por ejemplo, al comparar los costes de un proyecto que comprende un grupo de escuelas vocacionales (proyecto I) con un proyecto que comprende un grupo de escuelas primarias, que tienen una mayor matrícula, podemos encontrarnos con que los costes totales de los dos proyectos, si no se tiene en cuenta su estructura temporal, son bastante similares. Pero nos centraríamos también con que los costes de inversión (principalmente los

bienes de equipo) en los primeros años del proyecto de la escuela vocacional, representarían una mayor proporción que en las escuelas primarias. De la misma forma, los costes corrientes (principalmente salarios de los profesores) representarían una menor proporción en las escuelas vocacionales que en las escuelas primarias. Después de actualizar todos los costes para determinar su valor actual, resultaría, probablemente, que los costes del proyecto de la escuela vocacional serían considerablemente más elevados que los costes del proyecto de la escuela primaria.

- (4) Calcular el valor actual de los costes de los dos proyectos presentados más arriba, en base a las tasas de descuento del 80/o y del 120/o; Utilice las Tablas de actualización que les fueran distribuidas, cómo explicarían ustedes las diferencias existentes entre los tres pares de estimaciones de coste y cuáles serían las implicaciones que podrían tener para la toma de decisiones?

Al estimar los costes futuros en los salarios de los profesores, hay que tener en cuenta los niveles más elevados de salarios que son el resultado de la promoción de los profesores en base a su antigüedad y su experiencia, así como también los incrementos salariales de tipo general que se conceden periódicamente para aumentar las rentas de los profesores y otros funcionarios a nivel del resto de la economía. Los incrementos de salarios que se dan para compensar incrementos generales de precios o del coste de la vida, no deben tomarse en cuenta en la evaluación económica de un proyecto porque puede suponerse que los incrementos de coste que resultan de aumentos generales de precios vendrán compensados por correspondientes incrementos en el valor económico de los beneficios derivados de un proyecto, de forma tal que la rentabilidad económica, de un proyecto será neutro.

A pesar de las dificultades para obtener los datos necesarios y de las incertidumbres que rodean toda estimación de costos futuros, el esforzarse, en forma sistemática, para conseguir identificar y medir (cuando ello sea posible) todos los costes económicos de los programas y proyectos educativos, puede proporcionar una ayuda extremadamente valiosa para la toma de decisiones. (Véase "Coombs and Hallak, Managing Educational Costs, Capítulo 11)

Identificación y Medición de los Beneficios

Los beneficios económicos de los proyectos educativos pueden dividirse en dos categorías: una se encuentra fuera del sistema educativo o intenta medir la contribución de la educación y el adiestramiento al crecimiento de la producción de bienes y servicios en la economía. Este tipo de beneficio recibe generalmente, el nombre de productividad externa. El otro tipo de beneficio tiene lugar dentro del sistema educativo y reviste la forma de mejoras obtenidas en la eficacia de la producción del sistema educativo; esto lo que generalmente se describe como un incremento en la eficacia interna. Dicha eficacia interna se mide por la reducción en el coste unitario del producto del sistema educativo, y puede expresarse en forma de reducciones en los costes anuales por estudiante o graduado. Una mayor eficacia interna le permite al sistema producir más beneficio por unidad de educación (estudiantes inscritos, o graduados) con el

mismo dinero, o la misma "cantidad" de educación con menos dinero. En el proyecto ITB de la Costa de Marfil, que será discutido más adelante en el curso, se espera que los incrementos en la eficacia interna sean los principales beneficios que van a derivarse del proyecto.

Al identificar los beneficios con el fin de evaluar los méritos económicos de un proyecto; deberíamos incluir tan sólo aquellos beneficios que puedan atribuirse al proyecto que estamos utilizando: deberíamos comparar las condiciones que existirían con el proyecto y sin él, más que antes y después del mismo. Esta distinción puede parecer obvia, pero es a menudo una fuente de confusión.

Para sacar a la luz las posibilidades de error al identificar los beneficios, consideremos un proyecto que implica la expansión en la oferta de profesores calificados de escuela primaria cuyo objetivo sea el hacer descender la relación alumno/profesor como un medio de reducir la proporción de alumnos que se dan de baja y, por consiguiente, los costes por graduado de escuela primaria.

(5) Cómo mediría usted los beneficios de este proyecto?

La medición de la productividad externa se basa en dos supuestos principales: (1) que la renta de un individuo es la mejor forma disponible para medir su contribución a la producción total de la economía; (2) que las diferencias entre distintos niveles de educación son parcialmente debidas a las diferencias en sus logros educacionales; por ejemplo; un mayor nivel de educación contribuye a un incremento de la producción y produce mayores rentas a los individuos (para una descripción de la técnica de medición de la productividad externa, y de sus limitaciones, véase, "Cost-Benefit Analysis in Educational Planning" por Maureen Woodhall, páginas 18-21 y 25-34; y también "A Cost-Benefit Approach to Educational Planning in Developing Countries" por Mark Blaug, páginas 19-30.) En qué medida las diferencias en los niveles de renta pueden atribuirse a las diferencias en la cantidad y el tipo de educación recibidos por los receptores de renta? Existen, obviamente, factores distintos de la educación para explicar por qué algunos reciben más que otros: habilidad innata, clase social, facilidad de algunas ocupaciones y profesiones para atraer mayores rentas en razón de su escasez o de su ventajosa posición negociadora, por mencionar tan sólo algunos y resulta extremadamente difícil determinar con precisión qué proporción de las diferencias en los niveles de renta puede atribuirse a la educación y al adiestramiento.

Como se ha mencionado antes, los gastos en educación pueden también producir beneficios económicos en la forma de mejora: en la eficacia interna del sector de la educación, medidos por la reducción resultante en los costes por estudiante matriculado o por graduado producido. Por ejemplo, un proyecto que consiste en incrementar los servicios escolares con el propósito de introducir un sistema de turno doble de clases, puede reducir los costes corrientes por estudiante a un nivel inferior a aquel en que se encontrarían si los estudiantes adicionales fueran alojados en escuelas separadas y con un turno sencillo. El decidir si el ahorro debería invertirse en el sector de la educación o en otros sectores es indiferente desde el punto de vista de la economía general. La posibilidad de obtener este ahorro guardará la importancia de ser considerado.

alternativas en la forma de objetivos específicos en educación. Al mismo tiempo, es importante reconocer la necesidad de estimar las diferencias en la calidad de la educación que se produce con tales métodos o formas alternativas. A diferencia de otros sectores, no puede suponerse que la calidad de la educación es independiente de la técnica que se utilice para producirla. Por ejemplo, en la producción de electricidad, dos técnicas de generación de energía--la termal y la hidroeléctrica--producen virtualmente el mismo producto. Pero en educación, este caso se da muy raramente. Mientras que las comparaciones entre la técnica termal y la hidroeléctrica se hacen de manera rutinaria en países que disponen de la opción hidroeléctrica, la comparación entre las diversas alternativas existentes en la forma de obtener objetivos educacionales es una práctica relativamente reciente y bastante infrecuente, ya que ha existido siempre una tendencia, muy extendida entre los ejecutivos que deciden, a pensar en términos de una sola forma posible de conseguir un determinado objetivo educacional. En los últimos años, sin embargo, se está prestando más y más atención a la consideración de las alternativas existentes en la forma de producir educación mejor y más barata.

Al medir los beneficios económicos de un proyecto, independientemente de si revisten la forma de incrementos en la productividad externa o de mejoras en la eficacia interna, su distribución en el tiempo debe tratarse exactamente de la misma forma que al estimar los costos. Esto es particularmente cierto de los beneficios, dado que tienden a estar distribuidos a lo largo de un período de tiempo bastante largo, mientras que las inversiones en un proyecto, a diferencia de los costes corrientes, se concentran en un período de tiempo relativamente corto. El valor económico actual de los beneficios declina a medida que éstos se perciben más y más tarde en el futuro. Por ejemplo, con una tasa de descuento del 10%, el valor actual de \$100 acumulado en 15 años es de \$24. Esto quiere decir que un valor de \$24 en recursos invertidos ahora tendría un valor económico de \$100 al final de los 15 años debido a las ganancias acumuladas, o sea, los beneficios obtenidos por la inversión. Ello explica, al menos en parte, la preferencia de los órganos de decisión por los beneficios que ocurren más pronto antes que los que tienen lugar más tarde.

La Comparación de Costes y Beneficios

Una vez que los costes y los beneficios económicos de un proyecto han sido identificados y medidos (incluyendo los ajustes correspondientes a su distribución temporal), la etapa siguiente es la comparación de los costes y los beneficios con el fin de determinar la rentabilidad del proyecto desde el punto de vista económico o sea el exceso de los beneficios, sobre los costes. Se han desarrollado diversas técnicas para expresar la rentabilidad bajo una forma numérica: la relación beneficio-coste, el valor actual neto, y la tasa de rentabilidad interna (véase "Cost-Benefit Analysis in Educational Planning", por Maureen Woodhall, páginas 23-25). Un índice de la rentabilidad o del valor de la inversión puede entonces ser utilizado como base para comparar un proyecto de educación con otro, o con proyectos en otros sectores.

Cuán fiables son estos índices de valor de la inversión al medir lo que ellos pretenden medir? Esto dependerá obviamente de la exactitud

y la fiabilidad de las estimaciones de costes y beneficios. Por lo tanto, el ejecutivo (decision-maker) deseará saber la forma en la que van a resultar afectados los méritos económicos de un proyecto si sus técnicos se han equivocado al estimar ciertos costes o beneficios. Es claro que algunos errores tendrán mayores efectos que otros y se ha desarrollado una técnica para identificar aquellos costes y beneficios que tienen realmente importancia en función de sus efectos sobre los méritos económicos de un proyecto.

La técnica se llama prueba de sensibilidad y es bastante sencilla. Consiste en otorgar valores alternativos a los componentes individuales de los costes y los beneficios, y calcular la forma en la que el índice del valor de la inversión viene afectado por tales valores alternativos. El llevar esto a término implica una serie de cálculos aritméticos para determinar la sensibilidad del índice a los cambios en los diferentes elementos: ello identifica las variables clave. En un proyecto de construcción de una escuela, por ejemplo, la variable clave del lado de los costes pueden ser los salarios de los profesores, mientras que los costes de inversión podrían ser mucho menos importantes, en lo que a su influencia sobre los méritos económicos del proyecto se refiere.

Una vez que las variables clave han sido identificadas, la etapa siguiente consiste en decidir sus valores más probables, lo cual se hace por medio de la técnica conocida con el nombre de análisis de probabilidades. Esto es especialmente importante para aquellas variables cuyo comportamiento en el futuro es incierto, como, por ejemplo, los ingresos de los graduados universitarios o el ahorro en los costes de un proyecto que consiste en la unión de diversas escuelas pequeñas.

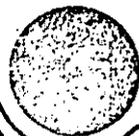
El análisis de probabilidades es una extensión de la prueba de sensibilidad. En lugar de utilizar un sólo tipo de "mejor estimador" para las variables del proyecto, o de probar el efecto de distintos valores alternativos para variables clave, la técnica permite variaciones en los costes y los beneficios, que se basan en las probabilidades existentes de que se obtengan determinados valores. Las probabilidades a otorgar a las variables clave son asignadas en base a las evaluaciones hechas por los que participan en el análisis de los datos de costes y beneficios de un proyecto. Las probabilidades individuales son, entonces, "sumadas", de forma que pueda llegarse al siguiente tipo de conclusión: "hay un 70% de probabilidades de que la tasa de rentabilidad interna del proyecto esté entre 8% y 14%, un 20% de probabilidades de que sea menor de 10% y un 10% de probabilidades de que sea superior al 14%". Este tipo de conclusión proporciona a los órganos de decisión una idea más clara que la dada por los cálculos con valores únicos, respecto al nivel de riesgos implícito en un proyecto.

El Análisis de Costes-Beneficios y la Toma de Decisiones

Cuál es la utilidad del análisis de costes-beneficios para la toma de decisiones en programas o proyectos de educación? La mayor debilidad del análisis de costes-beneficios como instrumento para la toma de decisiones en educación, comparado con otros sectores, consiste en el hecho de que algunos de los más importantes beneficios derivados de la educación no pueden medirse en términos económicos. Hemos visto también que,

en aquellos programas y proyectos en los cuales los beneficios económicos revisten la forma de ahorros de coste, los métodos alternativos para producir educación pueden variar su calidad, de forma que la educación más barata pueda muy bien la inferior, y que la menor calidad debería ponderarse con los ahorros de costes. Estas debilidades, junto con las dificultades de tipo técnico que se encuentran al intentar obtener los datos necesarios con el fin de estimar los costes y beneficios actuales y futuros, conduce a una conclusión bastante obvia: el análisis de costes-beneficios no puede constituir la única base para seleccionar proyectos y programas de educación. Pero una conclusión igualmente obvia es la de que el análisis de costes-beneficios debería ser uno de los elementos en la toma de decisiones junto con otros.

En vista del déficit creciente de fondos para educación, los órganos decisorios deberían prestar mayor atención a la productividad externa y a la eficacia interna. Al hacer la elección respecto al tipo de educación que debería extenderse o reducirse, y al "cómo" ello debería hacerse, los contribuyentes y los legisladores, y, en ocasiones, las agencias exteriores, acudirán en forma creciente a los que toman decisiones para que justifiquen sus elecciones en términos económicos, así como también en otros términos. La técnica de análisis que se ha descrito en este trabajo tiene limitaciones considerables, en particular en lo que se refiere a la medición de los beneficios de la productividad externa. Sin embargo, a pesar de sus limitaciones, el análisis de costes-beneficios puede otorgar un tratamiento sistemático a los elementos económicos de los programas y proyectos de educación, y, en consecuencia, añadir una dimensión útil al proceso de toma de decisiones, (véase Cost-Benefit Analysis in Educational Planning, por Maureen Woodhall, páginas 45-46).



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

ALGUNOS CONCEPTOS E INDICADORES EDUCATIVOS

Ing. Eduardo Martínez

SEPTIEMBRE, 1984

ALGUNOS CONCEPTOS E INDICADORES EDUCATIVOS

Eduardo Martínez
1983

- ABSORCION, TASA DE (ab):

relación porcentual entre el nuevo ingreso en el primer grado de un nivel educativo ($NI_{q,j}$) en un ciclo escolar dado y el egreso en el último grado del nivel educativo inferior ($E_{p,i}$) en el ciclo escolar anterior.

$$ab_{pq,ij} = \frac{NI_{q,j}}{E_{p,i}} \times 100$$

- ALUMNO-AULA, RELACION (a-a):

promedio resultante de dividir la matrícula (IT) entre el número de aulas en uso (o existencia) (A)

$$a-a = \frac{IT}{A}$$

- ALUMNO-GRUPO, RELACION (a-g):

promedio resultante de dividir la matrícula (IT) entre el número de grupos (G) (es un indicador utilizado principalmente para el nivel de secundaria)

$$a-g = \frac{IT}{G}$$

- ALUMNO-MAESTRO, RELACION (a-m):

promedio resultante de dividir la matrícula (IT) entre el número de docentes con grupo a su cargo (M)

$$a-m = \frac{IT}{M}$$

- ATENCION A LA DEMANDA (cobertura), INDICE DE (ad):
relación porcentual entre la matrícula (IT) y la demanda potencial (DP). En el caso del nivel de educación primaria, para calcular la atención a la demanda de la población en edad escolar (grupo de edad 6-14 años), a la matrícula hay que restarle los alumnos de 15 años y más

$$ad = \frac{IT}{DP} \times 100$$

- CALIFICACION DE MAESTROS, PORCENTAJE DE (cm):
relación entre el número de maestros con estudios de normal (no empíricos) (MN) y el número total de maestros (M)

$$cm = \frac{MN}{M} \times 100$$

- CICLO (i,j):
cualquier ciclo (año) escolar
- COHORTE:
grupo (de edad, alumnos) cuyo seguimiento (longitudinal) en un período de tiempo contribuye al análisis de la evolución de ciertas características o variables (rendimiento, deserción, eficiencia terminal, etc.)
- COSTO (UNITARIO) POR ALUMNO:
parte proporcional de los costos, directos e indirectos, de los bienes y servicios necesarios para impartir instrucción a un alumno. Los costos incluyen: salarios (personal docente y administrativo); materiales; gastos administrativos; servicios; inversión en inmuebles y equipo, y su mantenimiento y depreciación. Con frecuencia se utiliza solamente el gasto corriente y se divide entre el total de alumnos al final del ciclo escolar (existencia)

- DEMANDA POTENCIAL (DP):

población (apta) en edad escolar que puede ingresar a un nivel educativo determinado. Para el nivel de educación primaria, la demanda potencial la constituye el grupo de edad 6-14 años (excluyendo aquellos que lo han terminado); la demanda potencial total incluye, además, la matrícula de 15 años y más. Para el nivel de educación secundaria, la demanda potencial comprende el egreso de 6° grado de primaria en el ciclo escolar anterior, y la matrícula de secundaria en el ciclo escolar anterior menos el egreso del último grado de secundaria en el ciclo escolar anterior (también podría asumirse que la demanda potencial la constituye el grupo de edad 12-18 años que ha concluido el nivel de educación primaria y no ha concluido el de secundaria)

- DESAPROVECHAMIENTO ESCOLAR (desperdicio) (DE):

suma de las repeticiones ($R_{p,j}$), más las deserciones ($D_{pq,ij}$) .

$$DE_{pq,ij} = R_{p,j} + D_{pq,ij}$$

- DESAPROVECHAMIENTO ESCOLAR (desperdicio), INDICE DE (de):

relación porcentual entre el desaprovechamiento escolar (DE) y la matrícula (II) en un grado determinado. Para un nivel educativo determinado, el índice de desaprovechamiento es el inverso del índice de eficiencia terminal, o sea, la proporción de estudiantes de primer grado de un nivel educativo que no egresan del último grado, n, después de n ciclos escolares

$$de_{pq,ij} = \frac{DE_{pq,ij}}{II_{p,i}} \times 100$$

- DESERCIÓN (D):

alumnos que abandonan la escuela durante un ciclo escolar (Deserción Intracurricular o Intraciclo - DII) o después de finalizar el mismo, es decir, entre dos ciclos (Deserción Intercurricular o Interciclo - DIJ)

$$D_{pq,ij} = DII_{p,i} + DIJ_{pq,ij}$$

- DESERCIÓN INTRACURRICULAR (intraciclo) (DII):
diferencia entre la matrícula (II) y la existencia (RII) en un grado determinado al final del ciclo escolar

$$DII_{pi} = II_{pi} - RII_{pi}$$

- DESERCIÓN INTERCURRICULAR (interciclo) (DIJ):
existencia en un grado determinado ($RII_{p,i}$) menos el reingreso en el mismo grado en el ciclo subsiguiente ($R_{p,j}$) y menos el nuevo ingreso en el grado inmediato superior en el ciclo subsiguiente ($NI_{q,j}$)

$$DIJ_{pq,ij} = RII_{p,i} - (R_{p,j} + NI_{q,j})$$

La deserción intercurricular en el último grado de un nivel educativo (6° en primaria y 3° en secundaria) se calcula restando a la existencia en dicho grado ($RII_{p,i}$) el egreso (aprobados) en ese grado ($E_{p,i}$) y el reingreso en tal grado en el ciclo subsiguiente ($R_{p,j}$):

$$DIJ_{pq,ij} = RII_{p,i} - (E_{p,i} + R_{p,j})$$

- DESERCIÓN, ÍNDICE DE (d):
relación porcentual entre la deserción total (D) y la matrícula (II)

$$d_{pq,ij} = \frac{D_{pq,ij}}{II_{pi}} \times 100$$

- DESERCIÓN INTRACURRICULAR (intraciclo), ÍNDICE DE (dii):
relación porcentual entre la deserción intracurricular (DII) y la matrícula (II)

$$dii_{pi} = \frac{DII_{pi}}{II_{pi}} \times 100$$

- DESERCIÓN INTERCURRICULAR (interciclo), INDICE DE (dij):
relación porcentual entre la deserción intercurricular (DIJ) y la matrícula (II)

$$dij_{pq,ij} = \frac{DIJ_{pq,ij}}{II_{p,i}} \times 100$$

Los índices de deserción y retención son complementarios:

$$d + rt = 100 (\%)$$

Cuando existen limitaciones de información, particularmente en lo concerniente a series de tiempo de matrícula (nuevo ingreso, repetición, re-ingreso, retención, deserción) o seguimiento de cohortes, el análisis "longitudinal" (en el tiempo) puede ser substituído, con alguna utilidad, por el análisis "transversal" para un mismo ciclo escolar

- EFICIENCIA TERMINAL (terminación), INDICE DE (et):
para un nivel educativo determinado, relación porcentual entre el egreso en el último grado, n, del nivel en un ciclo escolar dado ($E_{n,i}$) y la matrícula en el primer grado del nivel n-1 ciclos escolares antes ($IT_{1^{\circ}, i-(n-1)}$). Es el número de estudiantes que termina sin retrasos el último grado de un nivel educativo, en relación al número que, un número dado de años antes, comenzó el grado inicial del nivel. Para simplificar, no se toman en cuenta los flujos de entrada y salida intermedios (repetición, deserción, re-ingreso)

$$et = \frac{E_{n,i}}{IT_{1^{\circ}, i(n-1)}} \times 100$$

- EGRESO (aprobación) (E):
alumnos promovidos al grado inmediato superior al final del ciclo escolar

- EGRESO (aprobación), INDICE DE (e):
relación porcentual entre el egreso (alumnos aprobados) (E) y la matrícula (II) en un grado determinado

$$e_{pi} = \frac{E_{pi}}{II_{pi}} \times 100$$

- EXISTENCIA :
(véase retención intracurricular)

- ESCUELA UNITARIA:
centro de trabajo (escuela) en el cual un solo maestro atiende a los distintos grupos y grados, cumpliendo además con funciones administrativas

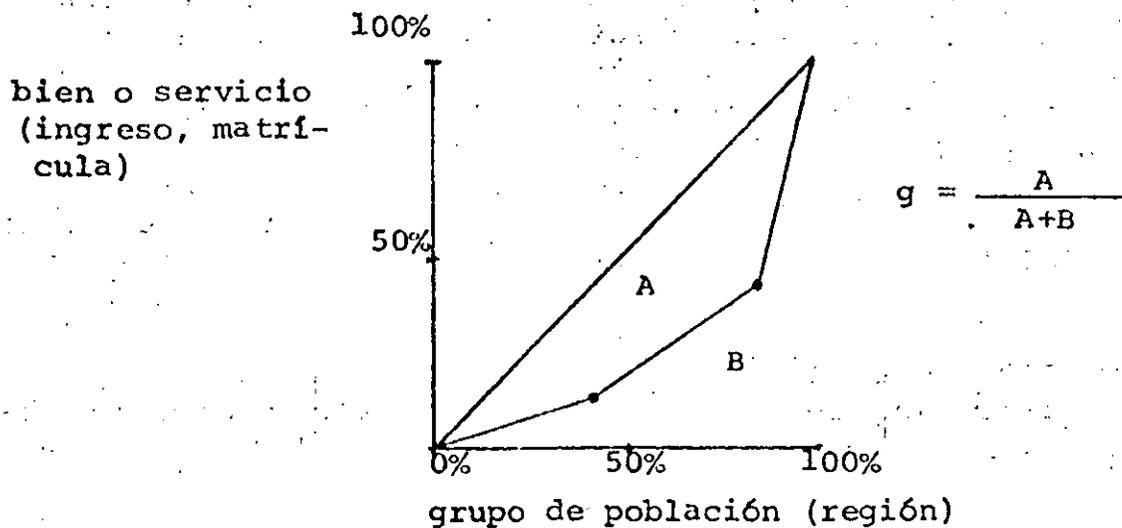
- FLUJO NETO (FN):
número de estudiantes promovidos ($NI_{q,j}$) menos el número de estudiantes de repetición ($R_{p,j}$) y deserción ($D_{pq,ij}$). El flujo neto es un indicador que reúne el efecto combinado de los tres factores de flujo básicos: promoción, repetición y deserción

$$FN_{pq,ij} = NI_{q,j} - (R_{p,j} + D_{pq,ij})$$

- FLUJO NETO, TASA DE (fn):
relación porcentual entre flujo neto para un grado determinado ($FN_{pq,ij}$) y la matrícula en el ciclo escolar anterior ($II_{p,i}$)

$$fn_{pq,ij} = \frac{FN_{pq,ij}}{II_{p,i}} \times 100$$

- GINI, COEFICIENTE DE (g) (CURVA DE CONCENTRACION DE LORENZ):
índice que sumariza una desigualdad relativa en la distribución de un bien o servicio considerando (abarcando) todos los grupos o regiones al mismo tiempo. Usualmente se emplea para medir desigualdades de ingreso entre varios grupos. Comúnmente el coeficiente de Gini y la curva de concentración de Lorenz se calculan utilizando los porcentajes (y porcentajes acumulados), con respecto a totales nacionales, de demanda potencial - (eje x) y matrícula (eje y) para cada región. Una curva de Lorenz a 45 grados indica una distribución absolutamente equitativa o proporcionada. El rango del coeficiente de Gini va de 0.0, que representa absoluta igualdad o proporción, hasta 1.0, que representa total desigualdad o concentración (usualmente $g < 0.5$)



g puede calcularse de la siguiente manera:
considere que el área de todo el plano es igual a 1:

$$x = 1, \quad y = 1, \quad xy = 1 = 2(A+B)$$

por lo tanto:

$$A + B = 1/2$$

también considere la siguiente relación:

$$\frac{A + B}{A + B} = 1$$

$$A + B$$

sustituyendo el valor de $A + B$:

$$\frac{A}{A + B} = 1 - \frac{B}{A + B} = 1 - \frac{B}{1/2}$$

y finalmente

$$g = \frac{A}{A + B} = 1 - 2B$$

O sea, basta encontrar el doble del área B y restarla de l; ésta puede calcularse sumando las área parciales bajo la curva de Lorenz (multiplicando, cada vez, valores de x y valores acumulados de y)

- GRADO (p,q):
todo grado de cualquier nivel educativo
 - GRADO DE ESCOLARIDAD (nivel de instrucción):
máximo grado de estudios aprobado por una persona
 - MATRICULA (inscripción) (II,IT):
población inscrita en un grado (p) o nivel educativo, en un ciclo determinado (i). Se puede utilizar la inscripción inicial (II), según la estadística de inicio de cursos (que registra a los alumnos inscritos hasta 40 días después de la fecha oficial de inicio del ciclo escolar); o la inscripción total (IT), según la estadística de fin de cursos (que registra, 10 días antes de la fecha oficial de fin del ciclo escolar, a todos los alumnos inscritos durante el ciclo escolar)
 - NUEVO INGRESO (promoción) (NI):
todo alumno que se inscribe por primera vez en un grado determinado
 - PIRAMIDE DE MATRICULA (pm):
para un nivel educativo determinado, relación porcentual entre la matrícula del último grado (IT_{ni}) y la matrícula del primer grado ($IT_{1\circ i}$), en un ciclo escolar dado
- $$pm_i = \frac{IT_{ni}}{IT_{1\circ i}} \times 100$$
- REPETICION (reingreso) (R):
inscripción en un grado determinado de alumnos que ya han estado inscritos en dicho grado en cualquier ciclo anterior

- REPETICION, INDICE DE (r):

relación porcentual entre el número de alumnos que repiten un grado determinado (reingreso) (R_{pj}) y la matrícula en ese grado en el ciclo escolar anterior (II_{pi}).

$$r_{pj} = \frac{R_{pj}}{II_{pi}} \times 100$$

- REPRESENTATIVIDAD, INDICE DE (ir):

medida comparativa que muestra el nivel de representatividad (participación) de un grupo o región determinada con respecto a la distribución global o promedio (nacional) de un bien o servicio. Indices menores que 1 significan subrepresentación y mayores que 1 sobrerepresentación. Frecuentemente se calcula el indice de representatividad relacionando la matrícula y la demanda potencial, o sea, la atención a la demanda (ad), a nivel regional y nacional. También se puede obtener dividiendo el porcentaje de matrícula de una región con respecto a la matrícula nacional entre el porcentaje de demanda potencial de una región en relación a la nacional

$$ir = \frac{ad_{regional}}{ad_{nacional}}$$

- RETENCION:

alumnos que permanecen en la escuela durante todo un ciclo escolar (Retención Intracurricular o Intraciclo - RII) y los que continúan en el ciclo escolar subsiguiente (Retención Intercurricular o Interciclo - RIJ). La retención total es igual a la retención intercurricular

- RETENCION INTRACURRICULAR (intraciclo) (EXISTENCIA) (RII):

alumnos que permanecen inscritos en un grado determinado al final del ciclo escolar

- RETENCION INTERCURRICULAR (interciclo) (RIJ):

suma del reingreso en un grado determinado ($R_{p,j}$) más el nuevo ingreso en el grado inmediato superior ($NI_{q,j}$). O sea, la retención intercurricular es igual a la repetición más la promoción.

$$RIJ_{pq,ij} = R_{p,j} + NI_{q,j}$$

La retención intercurricular para el último grado de un nivel educativo (6° en primaria y 3° en secundaria).

...

es igual a la suma del reingreso en el mismo grado en el ciclo subsiguiente ($R_{p,j}$) más los aprobados en el grado en cuestión al final del ciclo escolar ($E_{p,i}$)

$$RIJ_{p,ij} = R_{p,j} + E_{p,i}$$

- RETENCION, INDICE DE (rt):

relación porcentual entre la retención total (RIJ) y la matrícula (II)

$$rt_{pq,ij} = \frac{RIJ_{pq,ij}}{II_{p,i}} \times 100$$

El índice de retención es igual a la suma de los índices de promoción más repetición:

$$rt = p + r$$

Los índices de retención y deserción son complementarios:

$$d + rt = 100 (\%)$$

- RETENCION INTRACURRICULAR (intraciclo), INDICE DE (rii):

relación porcentual entre la retención intracurricular (RII) y la matrícula (II)

$$rii_{pi} = \frac{RII_{pi}}{II_{pi}} \times 100$$

- REZAGO ESCOLAR (extraedad) (RE):

alumnos inscritos en un grado determinado que tienen una edad mayor a la que corresponde teóricamente a tal grado. El rezago escolar puede ser causado por ingreso tardío, deserción transitoria o repetición

- REZAGO ESCOLAR (extraedad), INDICE DE (re):

relación porcentual entre el rezago escolar (RE) y la matrícula (II)

$$re_{pi} = \frac{RE_{pi}}{II_{pi}} \times 100$$

- TRANSICION (promoción), INDICE DE (t):

relación porcentual entre el número de alumnos de nuevo ingreso ($NI_{q,j}$) en un grado determinado y la matrícula en el grado inmediato inferior en el ciclo escolar anterior ($II_{p,i}$)

$$t_{pq,ij} = \frac{NI_{q,j}}{II_{p,i}} \times 100$$



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

**GUIA PARA LA PREPARACION DE PROYECTOS PARA EDUCACION SUPERIOR,
TECNICA VOCACIONAL Y CIENCIA Y TECNOLOGIA**

SEPTIEMBRE, 1984

INDICE

Información relativa a la institución o instituciones para las
cuales se solicita el préstamo ----- 1

Información relativa al proyecto ----- 4

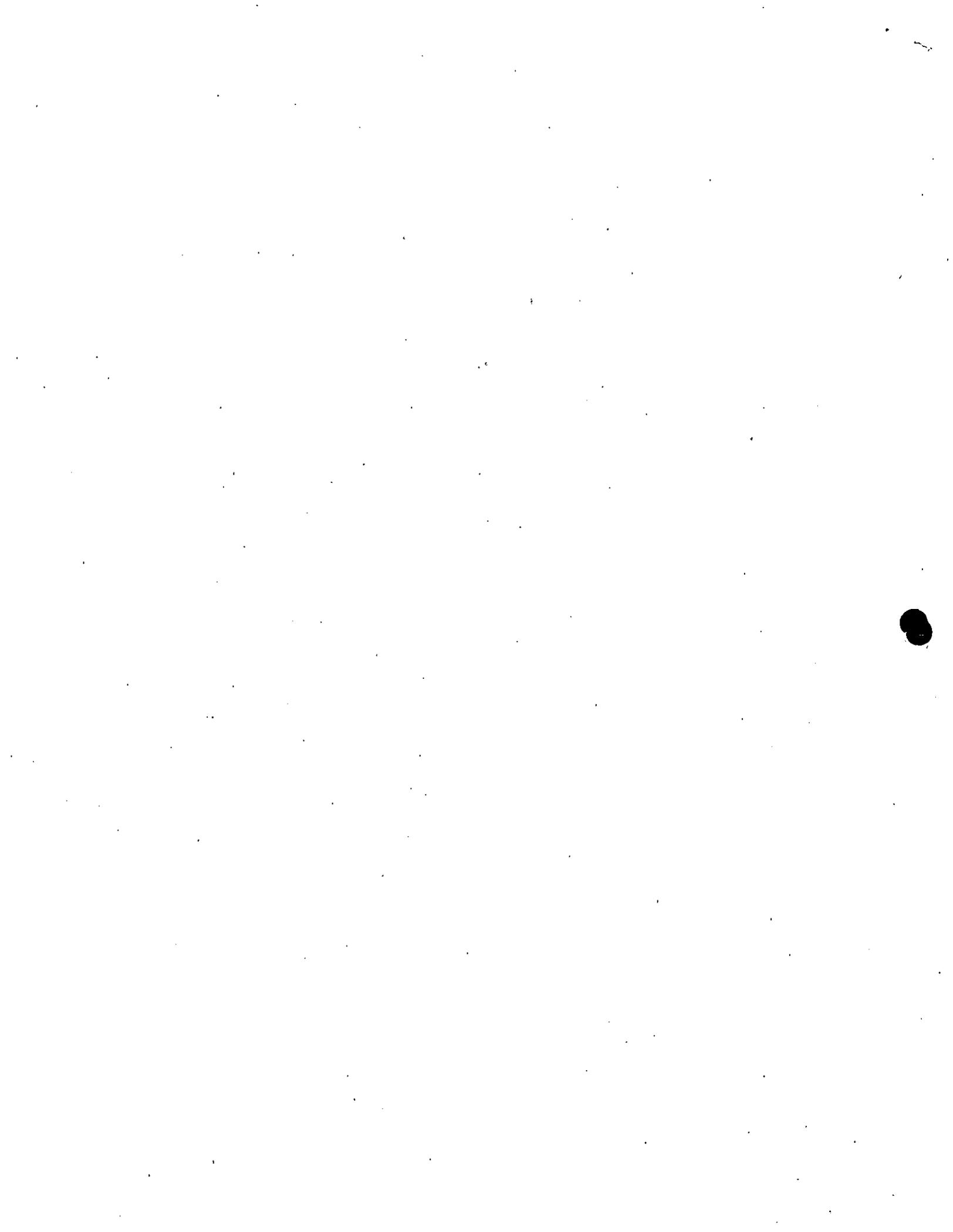
Categorías de inversión ----- 6

Justificación socio-económica ----- 8

ANEXO

Normas recomendables de urbanismo y arquitectura en los proyectos
de educación que contemplen financiamiento de construcciones ---- 9

Información necesaria para el estudio de solicitudes de préstamo--10



Introducción

El Banco requiere para el estudio de cada proyecto un cuerpo organizado de informaciones que le permita evaluar sus méritos, su viabilidad técnica, administrativa y financiera y sus efectos en el desarrollo económico y social del país. Estas informaciones pueden ser presentadas con arreglo al siguiente cuestionario, el cual es aplicable a todas las solicitudes de préstamo para educación superior, educación técnica vocacional y ciencia y tecnología, con las modificaciones y adaptaciones que sean necesarias por razón del tipo de institución solicitante y la naturaleza del proyecto.

1. Información relativa a la institución o instituciones para las cuales se solicita el préstamo

1.1 Antecedentes del prestatario y/o del organismo ejecutor. Nombre oficial, sede, fecha de fundación, carácter de la institución, labor realizada y otras informaciones que contribuyen a ubicarla dentro del panorama educativo y científico del país.

1.2 Objetivos educacionales de la institución, prioridades y estrategia del desarrollo educacional.

1.3 Organización y administración:

a. Instrumentos legales, estatutos y reglamentos que rigen el funcionamiento de la institución, le otorgan personería jurídica y la facultan para ejecutar las actividades implicadas en el proyecto y para contratar préstamos.

b. Organismos de gobierno, su composición, funciones y métodos de designación de sus integrantes.

c. Organigrama de las funciones académicas de docencia y/o de investigación. Métodos de evaluación institucional.

d. Organigrama de las funciones administrativas y de decisión superior.

e. Breve descripción de las divisiones operativas y administrativas en que se organiza la institución (Facultades, Escuelas, Departamentos, Institutos, Centros, etc.) y de sus funciones y administración.

f. Nombre y curriculum vitae de las personas que desempeñan cargos ejecutivos y directivos en la estructura superior de la institución.

- g. Tesis dirigidas. Especificar cómo y cuándo se dirigieron, y dónde fueron rendidas. Adjuntar resúmenes.
- h. Tareas de dirección desarrolladas. Especificar responsabilidad y atribuciones.
- i. Tareas de capacitación desarrolladas. Indicar cursos o seminarios en los que participó y títulos obtenidos.
- j. Tareas de asesoramiento realizadas. Indicar seminarios dados, cursos dictados, consultas evacuadas, etc.

1.4 Estudiantes

- a. Número total de estudiantes de la institución, por especialidad, en cada uno de los últimos cinco años, separando los de pre-graduación y los de postgrado matriculados en programas regulares.
- b. Gráfico de crecimiento de la matrícula esperada, por especialidad, para los próximos diez años.
- c. Distribución de los estudiantes por sexo, por grupos de edad, por región geográfica de origen y por niveles de ingresos económicos familiares.
- d. Número de estudiantes que ingresan al primer año y número de estudiantes que se gradúan, en cada uno de los últimos cinco años.
- e. Porcentaje de deserción, por años, durante los últimos cinco años.
- f. Pensiones, derechos de matrícula y otras obligaciones financieras de los estudiantes.
- g. Regímenes de admisión y de promoción de los estudiantes.
- h. Servicios de asistencia social, orientación vocacional, becas, préstamos y otros. Número de estudiantes que reciben asistencia económica y monto de la misma.
- i. Participación de los estudiantes en el gobierno de la universidad.
- j. Monto y origen de las rentas regulares para el sostenimiento de la institución, presupuestos anuales de ingresos y egresos, y balances auditados externamente de los últimos tres años.

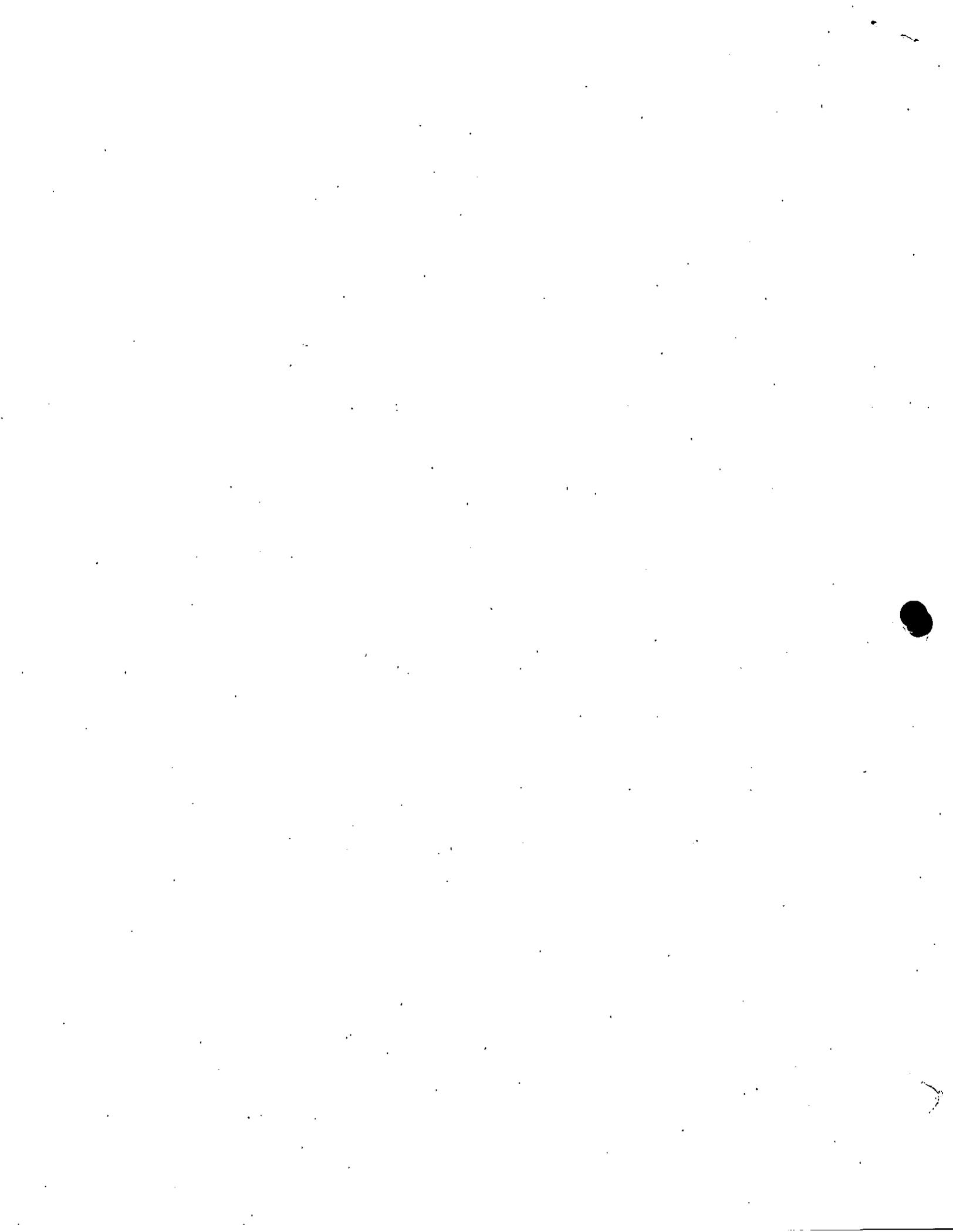
- k. Sistema contable y de administración y control financiero, régimen de adquisiciones y de contratación de obras.

1.5 Personal docente y/o de investigación:

- a. Categorías de los profesores y/o investigadores (principales, asociados, auxiliares, etc.), remuneraciones y responsabilidades que corresponden a cada una.
- b. Calificaciones académicas que la institución exige para el desempeño de las funciones correspondientes a cada categoría en la docencia y en la investigación.
- c. Régimen de admisión y promoción, beneficios adicionales, licencias, jubilaciones, seguros, etc.
- d. Número de profesores y/o investigadores en cada Departamento, Facultad, Instituto u otro tipo de unidad académica o estructura técnico-científica, clasificados según el régimen de dedicación (dedicación exclusiva, tiempo completo, medio tiempo, tiempo parcial, por hora) y según sus títulos o grados académicos (Doctor, Licenciado, etc.).
- e. Programas de capacitación y perfeccionamiento del personal docente y/o de investigación. Política de la institución en materia de becas para estudios avanzados en el país y en el exterior y labor realizada en este sentido en los últimos tres años.
- f. Evolución del número de profesores y/o investigadores de tiempo completo en relación al número total durante los últimos cinco años.
- g. En el caso de las instituciones de investigación independientes se debe incluir además una lista de las personas que han pertenecido a la institución durante los dos últimos años, con el curriculum vitae de cada uno de ellos, indicando trabajos realizados. Especificar dónde y cuándo se hicieron y dónde fueron publicados o presentados.

1.6 Programas académicos y de investigación

- a. Carreras profesionales o académicas, títulos y grados que otorga la institución. Años de estudio por especialidad.
- b. Política general de investigaciones de la institución y su relación con la política de desarrollo económico y social del país o de la región.



- c. Calendario académico: número y duración de los ciclos académicos por año (semestre, trimestre, etc.). Horario regular de actividades docentes.
- d. Sistema de organización del currículum y contenido del mismo (rígido, flexible). Carga académica normal por alumno en horas por semana, separadas en clases teóricas y prácticas de laboratorio. Sistema de evaluación de métodos de la enseñanza y del aprendizaje.
- e. Organización de los servicios bibliotecarios y otros medios de enseñanza. Número de volúmenes en la biblioteca o bibliotecas; número de suscripciones a publicaciones científicas.
- f. Proyectos de investigación iniciados o completados durante los últimos tres años. Título del proyecto, nombre y curriculum vitae del investigador principal, número de investigadores asociados, auxiliares, etc., fecha de publicación (si la hubo) y órgano en que se publicó el resultado.
- g. Programa de actividades extracurriculares tales como: cursillos, seminarios y otros servicios que facilitan a la comunidad una educación continuada.

1.7 Planta física

Descripción de las instalaciones actuales, indicando su ubicación, área construida, área del terreno disponible para ampliaciones, estado de las edificaciones, usos a que están destinadas, facilidades de acceso, etc.

2. Información relativa al proyecto

2.1 Resumen, objetivos y explicación general del proyecto. Costo total, monto del aporte local y monto del préstamo que se solicita. Plazo para la ejecución de las obras y adquisiciones contempladas en el proyecto.

2.2 Descripción detallada del proyecto

- a. Programa de desarrollo académico e institucional. Metas a corto y mediano plazo de mejoramiento de los planes y métodos de enseñanza y/o de investigación, reformas de la estructura y de los sistemas administrativos y académicos que se espera lograr o mejorar con el proyecto.
- b. Programa de construcciones. Descripción detallada y justificación de las construcciones propuestas. Ver instrucciones en el documento anexo: "Normas recomendables de urbanismo y arquitectura".

- c. Programa de equipo y material bibliográfico. Descripción detallada de los laboratorios, talleres y otras facilidades de infraestructura, de investigación y servicios complementarios que se necesiten equipar y costo estimado de los equipos necesarios para cada laboratorio. Monto estimado para la compra de libros y publicaciones periódicas, por especialidad.
- d. Programa de asistencia técnica. Términos de referencia de los consultores y técnicos de fuera de la institución que se necesitará contratar temporalmente para asesorar en la organización de nuevos programas, en la introducción de nuevos métodos o en la utilización de los equipos y facilidades que se adquirirán con el proyecto. Nombres de los profesores y/o investigadores locales que trabajarán directamente con los asesores y asumirán la responsabilidad técnica de los programas después de su partida. Períodos por los cuales se contratarán los consultores y costo estimado de la contratación.
- e. Programa de capacitación del personal docente y/o de investigación. Número de profesores e investigadores que se espera capacitar mediante becas para estudios avanzados en el exterior o por otros medios, durante el período de ejecución del proyecto y costo estimado del programa.
- f. Programa de incremento del personal docente y/o de investigación. Número de nuevos profesores o investigadores de tiempo completo o dedicación exclusiva que la institución se propone incorporar durante el período de ejecución del proyecto y monto aproximado de los salarios respectivos durante ese período.
- g. Programa de asistencia económica a los estudiantes. Monto de las becas, préstamos y otras formas de ayuda económica que la institución otorgará a los estudiantes, por año, durante el período de ejecución del proyecto, y número de estudiantes que serán beneficiados.

2.3 Administración del proyecto

- a. Descripción del mecanismo técnico-administrativo previsto para la ejecución de todos los elementos que componen el proyecto. Personal, organización, funciones, presupuesto. Nombre y currículum vitae de la persona que se propone designar como director de la oficina ejecutora del proyecto.
- b. Calendario de la ejecución de las obras y de las demás intervenciones previstas en el proyecto.

- c. Procedimientos y reglamentos para las licitaciones y para la adquisición de bienes y contratación de servicios, de acuerdo con la legislación vigente en el país y con los propósitos del proyecto. Reglamentos para la concesión de becas y préstamos a profesores, investigadores y estudiantes.
- d. Organización, métodos, personal y costo del sistema previsto para atender el mantenimiento y reparaciones que requieran las nuevas instalaciones y equipo.

2.4 Financiamiento

- a. Origen y monto de los fondos de aporte nacional. Fundamentación y evidencia de que se dispondrá de los recursos necesarios en las fechas establecidas en el plan de trabajo.
- b. Proyecciones de ingresos, gastos y balances generales de la institución para los próximos diez años, incluyendo los mayores gastos de operación, mantenimiento y otros resultantes como consecuencia de la ejecución del proyecto.
- c. Estimación de los desembolsos anuales del préstamo, que se requerirán de acuerdo con el plan de trabajo.
- d. Garantía que se otorgará y su constitución.
- e. Otras fuentes externas que contribuyen a la financiación del proyecto. Origen y monto de los recursos adicionales, modalidad de la contribución y convenios mediante los cuales se hace efectiva.

3. Categorías de inversión

3.1 Ingeniería y Administración

- a. Costos de los planos, especificaciones técnicas, proyectos y anteproyectos, y consultorías relacionadas con la elaboración del proyecto.
- b. Administración del proyecto, incluyendo la oficina ejecutora y todos los gastos relacionados con la supervisión y control administrativo de la ejecución del proyecto.

3.2 Obras y construcciones

- a. Obras. Gastos de preparación del terreno donde se edificarán las construcciones del proyecto.
- b. Construcciones.
- c. Urbanización.

3.3 Equipos materiales y muebles

- a. Equipos científicos, químicos y herramientas de taller, de campo, vehículos, equipos audiovisuales, duplicadores, impresoras, equipos de biblioteca, etc.
- b. Materiales. Reactivos, libros, publicaciones periódicas, y otros materiales de enseñanza o de investigación.
- c. Mobiliario.

3.4 Otros bienes, servicios y gastos

- a. Contratación de profesores. Nuevos profesores contratados como consecuencia del proyecto. Se incluirán los costos de contratación durante el período de ejecución del proyecto, y sólo un cargo al aporte local.
- b. Becas y préstamos estudiantiles.
- c. Devolución Asistencia Técnica de recuperación contingente, cuando corresponda.

3.5 Gastos financieros

- a. Intereses durante la ejecución del proyecto.
- b. Inspección (BID).
- c. Otros gastos financieros (costos relacionados con préstamos conseguidos por el prestatario de otras fuentes distintas al BID, y necesarios para la ejecución del mismo proyecto).

3.6 Costos concurrentes

- a. Asistencia técnica:
 - i) Contratación de consultores.
 - ii) Profesores visitantes.
 - iii) Capacitación del personal docente en el país o en el extranjero.
- b. Organización. Asesorías para reorganización administrativa o contable.
- c. Compra de terrenos.



3.7 Sin asignación específica

- a. Imprevistos

4. Justificación socio-económica

- a. Repercusión que tendría la ejecución del proyecto sobre el logro de las metas establecidas en los planes nacionales de desarrollo y prioridad que se le asigna en los mismos.
- b. Contribución del proyecto para satisfacer las demandas de mano de obra calificada, técnicos de nivel medio o profesionales universitarios que surjan de los planes nacionales de desarrollo económico y social. Contribución de las investigaciones al incremento del conocer o al aumento y mejoramiento de métodos y sistemas tendientes al desarrollo socio-económico.
- c. Importancia para el mejor aprovechamiento de los medios existentes.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

PRECIOS DE CUENTA EN EL SECTOR AGRICOLA

M. EN I. ARTURO FUENTES ZENÓN

SEPTIEMBRE, 1984

III METODOLOGIA PARA LA OBTENCION DE LOS PRECIOS DE CUENTA. ①

El precio de cuenta, es un precio que tiene por propósito - reflejar el valor económico de los insumos o productos y no su valor financiero o de mercado; con la particularidad adicional, de que su valor absoluto depende de la unidad de cuenta o base contable que se elija.

Dentro de los precios de cuenta quedan englobados tanto los precios de eficiencia (o económicos), como los precios sociales, donde para los primeros sólo se considera el objetivo de creci-miento económico, mientras que para los segundos, además de éste, se hacen intervenir los objetivos distributivos del ingreso, y de la inversión y el consumo.

Ahora bien, como se indica en el apartado de Objetivos y Alcances, en este estudio se determinarán los precios de eficiencia de un conjunto de insumos y productos, por lo cual en la metodología que a continuación se presenta, no se tratan los objetivos de distribución, ni los relacionados con otros factores, tales como tierra, salarios, etc.

Entre las distintas metodologías para la obtención de pre-cios de cuenta, se eligió la elaborada por Squire L. y H. G. van-der Tak^{1/}, debido a que presenta la ventaja de una aplicación - más general, sistemática y uniforme; otro hecho, que contribuyó a

^{1/} Squire, L. y H. G., van der Tak, Análisis Económico de Proyectos, 1977.

esta decisión, fue que tal metodología ya ha sido aplicada en esta ² Secretaría.

Cabe hacer mención, que en el tratamiento de algunos puntos tales como comercialización, transporte y precios a puerta de granja o de fábrica, el documento antes citado es poco explícito. Para darles el tratamiento debido a dichos puntos, se recurrió a otros dos documentos, elaborados uno por Little y Mirrlees^{1/}, y el otro por Hansen^{2/}.

La primera de estas dos referencias, puede considerarse como la fuente original de la metodología propuesta.

III.1 Base Contable.

La base contable es la unidad de medida o de cuenta, en que se han de transformar cantidades heterogéneas para poder sumarse; la elección de cualquier base contable, no afecta el análisis o evaluación de proyectos, dado que para ello, es de interés exclusivamente el valor relativo de los costos y beneficios, y no su valor absoluto que es el que define la base contable.

De esta manera, la elección de la base contable es arbitraria, siendo la propuesta para efectos de este estudio, el ingreso público de libre disponibilidad, medido en términos de --

-
- 1/ Little I.M.D. y J.A. Mirrlees, Estudio del Costo-Beneficio en la Industria de Países en Desarrollo, CEMLA, 1969.
 - 2/ J. Hansen, Guía para la Evaluación Práctica de Proyectos, El Análisis de Costos-Beneficios Sociales en los Países en Desarrollo, ONU, 1978.

divisas; y expresándose por comodidad esta moneda convertible en ³ - unidades de moneda nacional, es decir, en pesos.

Ahora bien, dado que para que una base contable sea - útil, se requiere que su valor se mantenga constante durante el - tiempo, se hace necesario aclarar que se trata de pesos de junio - de 1979.

Por otra parte, puesto que la política actual en rela - ción al tipo de cambio oficial, es mantener un tipo de cambio li - bre y no fijo, puede asumirse que el precio de las divisas se apro - xima en buena medida a su valor real; y por tanto, que puedan rela - cionarse los costos internos y en la frontera, a través del tipo de cambio oficial, aunque no deja de reconocerse que siempre exis - te una preferencia por las divisas y que por ello se estén sobre - valuando ligeramente los precios internos.

III.2 Clasificación de los Bienes.

Previo a la determinación de los precios de cuenta, - es necesario hacer la clasificación de los bienes y servicios, as - pecto que es de suma importancia, si se considera que la forma de valoración de dichos precios, varía en función del grupo o catego - ría que se considere.

El elemento básico para realizar esta clasificación, es el referente a si un producto puede comercializarse o no en el exterior, es decir, si puede importarse o exportarse.

La clasificación que se emplea es la siguiente^{1/}:

- a) Bienes comercializados con precios fijos en la frontera.
- b) Bienes comercializados con precios variables en la frontera.
- c) Bienes no comercializados.
- d) Bienes no comerciales.

Se consideran como bienes comercializados, aquellos que en la actualidad se importan o se exportan, y para los cuales un incremento en la demanda u oferta, se traducirá en un aumento o disminución del volumen de ese producto, que se comercializa en el exterior.

Esto es, si se aumenta la demanda de un determinado producto que se importa, ello se traducirá en un incremento de dichas importaciones; por el contrario, si este producto se exporta, se reducirán las exportaciones.

Un comentario similar puede expresarse en el caso de un bien para el que se planea aumentar su producción.

^{1/} Aplicable tanto a bienes como a servicios.

Lo antes señalado es válido, aún cuando el proyecto ⁵ bajo consideración satisfaga sus requerimientos en el mercado interno, ya que esta acción obliga a otro demandante a satisfacerse con importaciones; por ello, es que se habla en el estudio, de importaciones, exportaciones, demandas o producciones en el margen y de precios o costos marginales^{1/}.

La diferencia entre los bienes comercializados, que se clasifican en los grupos "a" y "b" estriba en lo siguiente: si como consecuencia de un aumento en la demanda de importaciones, se espera un incremento en el precio, se habla de precios variables en la frontera; de la misma manera, si a causa de un aumento de las exportaciones, disminuye el precio al que pueden comercializarse los productos.

Quedan incluidos en el grupo "a" los bienes cuya elasticidad de la oferta o de la demanda, de importaciones o exportaciones, respectivamente, es infinita; y en el grupo "b" aquellos productos en que estas elasticidades son menos que infinitas.

Como bienes no comercializados, se consideran aquellos que en la actualidad no se importan ni se exportan, pero que podrían serlo en caso de que se modificaran las políticas de comercio exterior. En este grupo se incluyen los bienes que están

^{1/} Cabe hacer mención que cuando se considera un producto como comercializado, se hace la hipótesis de que no existe en el País una capacidad de producción ociosa, que altere los argumentos planteados.

protegidos por aranceles aduaneros y los sujetos a cuotas de importación o exportación. ⑥

Por último, se clasifican como bienes no comerciales, aquellos que físicamente no podrían exportarse ni importarse, como son el transporte, el comercio y la construcción, a los cuales se agregan bienes tales como la arena, para la cual los costos de comercialización y transporte son tan altos, que hacen que su precio interno sea inferior al costo de importación, y mayor que el precio de venta para la exportación, situación que no permite comercializarla.

III.3 Valoración de los precios de cuenta.

A continuación se presenta la forma de valoración de los precios de cuenta, haciendo las observaciones necesarias para aquellos casos que se consideren importantes, en función de la disponibilidad de información en nuestro medio, en particular para los productos que se analizan en este estudio.

Podrá observarse, que la lógica del enfoque que se da, es bien simple, y consiste en determinar qué valor económico tiene un aumento en la demanda o en la producción, a través de la entrada o salida de divisas que se origine en el margen, debiéndose recordar que en este estudio, son las divisas la base contable.

⑦

A) Bienes comercializados con precios fijos en la frontera.

Para un bien que se importa, el precio de cuenta se obtiene sumando al precio CIF en la frontera, los gastos necesarios para desembarcar el producto y transportarlo.

En particular, el precio a puerta de granja de un producto que se importa, se obtiene sumando al precio CIF en la frontera, los gastos de comercialización y transporte para ponerlo en el centro de consumo, y restando los gastos que por los mismos conceptos se originan desde la granja a ese centro de consumo; es claro, que a fin de ser congruentes, los gastos que se sumen o resten, deberán de estar también valorados en términos de precios contables.

Una forma alterna de ver este problema, probablemente más clara, consiste en el caso de la sustitución de importaciones, en sumar al precio CIF del producto que ya no se compraría, los gastos de comercialización y transporte, que ya no se verifican, que son los del puerto al centro de consumo; y restar los gastos de comercialización y transporte, que se originan para poner el producto desde la granja al centro de consumo.

En suma, se obtiene el precio de cuenta de un producto que se importa, justipreciando el egreso de divisas que dejaría de tenerse; y de manera similar, para un insumo, determinando el -

egreso de divisas que se genere.

Para el caso de un bien que se exporta, al precio ^② FOB, deben restarse los gastos de comercialización y transporte, desde la granja hasta el puerto; es decir, al ingreso de divisas en la frontera, se deben restar los gastos que se generan desde la granja, hasta la frontera. De igual manera, para el caso de un incremento en la demanda de un insumo que se exporta, el precio de cuenta se estima de acuerdo a las divisas netas (precio FOB - gastos de transporte y comercialización), que se dejan de percibir.

Es importante anotar que para el cálculo de los gastos de comercialización y transporte, se debe considerar la trayectoria que normalmente sigue el bien y no cualquier otra, a menos que se propongan cambios en los canales de comercialización.

Para la obtención de los precios en la frontera (CIF o FOB), las principales fuentes de información fueron las siguientes: OEA, ONU, FAO, Departamento de Agricultura de los EUA, revistas especializadas en comercio exterior y revistas especializadas en algún tipo de producto^{1/}. Sin embargo, en algunos casos, deben hacerse cálculos o estimaciones para obtener el precio en la frontera, ya que los datos consignados en los distintos documentos, corresponden a los principales puertos de importación o

^{1/} En el capítulo VII se detallan para cada artículo las fuentes a que se recurrió.

exportación, que no necesariamente coinciden con los puertos de en ⁽⁹⁾
trada o salida de los bienes que México comercializa.

Las formas de cálculo o estimación, que fue necesario emplear, son las siguientes :

- En el caso de productos tales como los cereales, - se calculó el precio CIF, sumando al precio FOB de los puertos desde donde se importan, los costos de seguro y transporte marítimo.
- Para algunos productos de exportación, se asumió - que el precio FOB de otros puertos, era el mismo - que el de los puertos mexicanos.
- En otros casos se calculó el precio FOB a partir - del precio CIF del puerto hacia el que se exporta, restando a este último los costos del seguro y - transporte marítimo.
- Otro método, empleado en particular para la maquina ria^{1/}, fue restar al precio interno los aranceles de importación, los gastos de comercialización y los de transporte.

1/ Para la obtención de los precios en la frontera de manera directa, hubiese sido necesaria una investigación de mercado en los Estados Unidos de América, lo cual sale de los alcances de este estudio.

- (18)
- Por último, para productos como la semilla de algodón y el cártamo, para los que no se detectó, cuál era su cotización internacional en los documentos consultados, se hizo la estimación a partir de los siguientes cálculos :

En el Anuario Estadístico de Comercio Exterior se valoran las importaciones y exportaciones a precios CIF y FOB, respectivamente. Sin embargo estos precios son inferiores a los reales, por causas que no interesan en este estudio.

Se calculó un porcentaje promedio de variación entre los precios consignados en el Anuario y los obtenidos en los mercados internacionales, siendo claro que ésto, se realizó para los productos en que si se encontraron las cotizaciones internacionales correspondientes.

Por último, se aplicó este porcentaje promedio de variación a los precios CIF o FOB reportados en el Anuario, asumiéndose que de esta manera se corregían los precios ahí reportados.

Esta forma de cálculo, conduce a una buena aproximación, si se considera que existe cierta consistencia en la variación de los precios reportados en el Anuario y los obtenidos a través de las cotizaciones internacionales.

(11)

B) Bienes comercializados con precios variables en la frontera.

Como podrá observarse en el capítulo IV, la participación de México en los mercados internacionales de los productos estudiados, es muy pequeña, como para que una variación en la oferta o en la demanda de parte del País, tenga una influencia apreciable en los precios internacionales.

Para el cálculo del precio de cuenta de un bien incluido en esta categoría, es necesario recabar información respecto a la elasticidad mundial de la oferta o la demanda, según se importe o exporte el producto, la elasticidad de la oferta o la demanda de los Países competidores, la elasticidad interna, etc.; no abundándose mayormente en este punto, dado que como se menciona, para ninguno de los productos estudiados, se presentan precios variables en la frontera.

C) Bienes no comercializados.

En realidad no existe una metodología propia para los artículos incluidos en este grupo; lo que se propone, es estudiar las políticas de comercialización de cada uno de ellos, para obtener como conclusión, en qué otra categoría pueden clasificarse.

Por ejemplo, si una cuota de importación que se utiliza en la actualidad a plenitud y se aplica con toda rigidez, el bien estudiado debe considerarse como no comercializable. Si esta cuota no se utiliza a plenitud o existe flexibilidad en su aplicación, al permitirse que el producto pueda acudir de manera independiente a los mercados externos, se debe asumir, que se trata de un bien comercializado.

De la misma manera, si un bien está sujeto a un arancel de importación o exportación, que hace prohibitiva su comercialización, deben estudiarse las expectativas de que permanezca esta política, y de acuerdo con los resultados, clasificar al producto en donde corresponda.

En el caso de las cuotas, aún cuando sean flexibles, no dejan de tener un cierto efecto, que hace que no exista un ajuste entre los precios internos y los externos; sin embargo, los autores indican que se consideren estas diferencias como un sustituto imperfecto del sistema arancelario, de tal suerte que dichas diferencias resultan un arancel o subsidio equivalente.

En el caso de México, las cuotas que se fijan a los productos, tales como el ganado bovino, son en cierta medida flexibles, y por lo tanto, se clasifican los productos sujetos a cuotas, como comercializados.

D) Bienes no comerciales.

En el caso de los bienes no comerciales, es importante distinguir qué efecto se tendrá, como consecuencia de la ejecución de un proyecto.

Un proyecto, al producir un bien no comercial puede aumentar la oferta del producto, o bien impactar a otros productos haciendo que disminuyan su producción.

Ese mismo proyecto, al demandar un insumo no comercial, puede disminuir el consumo en otro lugar, o bien hacer que los fabricantes aumenten su producción.

Cuando el efecto es un aumento en la producción, se obtiene el precio de cuenta, a través del costo marginal social (CMS), y si el efecto es una disminución en el consumo o ingreso de otros, se evalúa el precio de cuenta a través del beneficio marginal social (BMS).

La obtención del costo marginal social se hace mediante el método de descomposición, que consiste en desagregar un bien no importable ni exportable, en los insumos que lo integran, y valorando cada uno de esos insumos, de acuerdo a su precio contable. Entre estos insumos, algunos serán comercializados, otros factores primarios y posiblemente algunos no comerciales, para los que podrá hacerse una nueva desagregación.

Respecto al beneficio marginal social, en el caso de los bienes intermedios, deben tomarse en cuenta los beneficios sociales a los que se renuncia, y para los bienes de consumo final, el excedente del consumidor que se pierde. Asimismo, se debe considerar la reasignación de gastos que se origina.

En el caso específico de este estudio, los bienes no comerciales son el transporte, la comercialización y el beneficio o industrialización.

Un aumento en la demanda de éstos, se satisfará en el corto y si acaso en el mediano plazo, mediante un aumento en la producción, y no mediante la restricción del consumo en otro lugar; en consecuencia, debe evaluarse su precio de cuenta mediante el cálculo del costo marginal social.

Ahora bien, para el cálculo del costo marginal social, además del precio de cuenta de los bienes, debe calcularse el salario de cuenta y el interés contable, lo cual sale de los alcances de este estudio.

Squire-van der Tak, señalan que como una aproximación de los precios de cuenta de los bienes no importables ni exportables, pueden utilizarse los precios de mercado, lo cual se acepta en este estudio dadas las restricciones antes señaladas.

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

Para la integración de los costos de comercialización de acuerdo con Little y Mirlees, deben considerarse no sólo los gastos por las distintas maniobras, sino también, comisiones a agentes diversos, primas de seguros, cuotas de almacenaje, intereses por capital invertido y en general, todos los gastos que se originen para poner los bienes desde un punto hasta otro.

No se consideran, en los costos de comercialización, impuestos, subsidios, aranceles y márgenes de utilidad, debido a que sólo constituyen una transferencia de recursos y no parte del proceso productivo. Los márgenes de utilidad podrían ser importantes, si en lugar de precios de eficiencia se consideraran precios sociales, ya que en estos últimos se atiende el objetivo de redistribución del ingreso.

Para los bienes analizados en este estudio, existen dos subsidios muy importantes, que se dan en el servicio de transporte ferroviario y en la industrialización de la caña de azúcar, los cuales se suman a los precios, acorde a los señalamientos de párrafo anterior.

VII.9 Maíz.

(16)

A. Comercialización del maíz a nivel nacional.

Según puede observarse en el Cuadro M21, la balanza comercial del maíz manifiesta en el período 1973-79, un saldo francamente negativo con el exterior; de acuerdo con la estadística presentada, la tendencia a la importación se mantendrá en los próximos años, por lo cual, un incremento en la producción en cualquier región del País, redundará en una sustitución de importaciones.

Por otra parte, como lo muestra el Cuadro M22, la mayor parte de las importaciones provienen de los Estados Unidos de América y en menor medida de la Argentina. La mayor parte de las importaciones se hacen por mar, con un 94 por ciento del total, vía los puertos de Veracruz, Tampico, Coatzacoalcos, Manzanillo, Mazatlán y Guaymas, en ese orden de importancia.

Las entradas por tierra están localizadas en la frontera norte, destacando entre ellas la Ciudad de Nuevo Laredo.

B. Comercialización del maíz a nivel regional.

Como se observa en el Cuadro M23, la mayoría de las regiones en que se ha dividido el País, cuentan con un saldo comer-

(17)

cial desfavorable, siendó las únicas excepciones, en orden de importancia, las Regiones XI Occidente, V Pacífico Centro, XIII Istmo -- y VII Noreste.

Ahora bien, a efecto de poder inferir si los resultados obtenidos para el año de 1977, se pueden hacer extensivos para otros años, en el Cuadro MZ4, se presenta el volumen de producción regional durante el período 1973-78.

Al considerar las regiones exportadoras, que son la V, VII, XI y XIII, se observa que en todas ellas, a excepción de -- la VII, la producción en 1977 es representativa de todo el período y que por tanto, los canales de comercialización que se establecen en los Cuadros CF5 y CF6, son representativos. En el caso de la región VII, se observa que 1977 fué un año de producción extraordinaria (75% mayor que en 1976, y 59% mayor que en 1978); el volumen -- de producción extra, es comparable al volumen que exporta la región, por lo que puede decirse que ésta es autosuficiente; esto significa, que un aumento en la producción, se traduce en una exportación hacia las otras regiones, distribuyéndose conforme a lo sucedido en 1977.

En el caso de las regiones importadoras, la producción de 1977 puede considerarse típica, con la excepción de la Re--

13

gión III; en ésta, la producción de 1977 es mayor en un 100 por ciento de las que se registran en los años previo y posterior; sin embargo, esta variación no es importante en su balanza, ya que aún así, debe importar hasta 4 veces su producción.

Por lo anterior, con la salvedad señalada para la Región VII, la forma de comercialización dada en 1977, puede considerarse como representativa.

En los cuadros MZ5 y MZ6, se detallan la distribución interregional del proyecto y el destino regional de las importaciones, respectivamente.

C. Efectos previsibles por producciones marginales de maíz.

A continuación se hace el análisis de los efectos -- previsibles por un aumento en la producción en cada una de las -- 14 regiones que integran el País.

Región I Baja California Sur.

Esta región satisface actualmente sus requerimientos de maíz mediante importaciones de la Región IV (Mazatlán-La Paz), -- región que a su vez importa por Mazatlán; en consecuencia, un amen

to de la producción en la Región I, involucrará las siguientes transacciones.

- Se originará el transporte y comercialización de la granja de la Región I hacia su centro de consumo.
- Se cancelarán los gastos de comercialización y transporte de Mazatlán a La Paz
- Se anularán los gastos correspondientes a la importación a través de Mazatlán.

Por lo tanto, para el cálculo del precio de cuenta, deben hacerse las siguientes operaciones:

Al precio CIF de Mazatlán deben sumarse los costos de bajar el producto del barco y transportarlo de este puerto a La Paz, mientras que deben restarse los gastos de comercialización y transporte de la granja de la Región I a su centro de consumo.

A fin de no hacer demasiado extenso este apartado, -- para las siguientes regiones, las observaciones se hacen de la manera más breve posible.

Región II Baja California Norte.

20

Esta región realiza la mayor parte de sus importaciones por Mexicali; por lo tanto, al precio CIF en esta frontera deben sumarse los costos de comercialización y transporte, de ésta al centro de consumo regional y restarse los que se originen de la granja a dicho centro de consumo.

Región III Nor-noroeste.

En esta región se realizan operaciones idénticas que en la anterior, sólo que el punto de importación es Guaymas.

Región IV Noroeste.

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Mazatlán.

Región V Pacífico Centro.

Esta región es superavitaria, siendo el principal destino de sus exportaciones la Región X, la cual complementa su demanda con importaciones, principalmente por Veracruz.

Por lo tanto, para el cálculo del precio de cuenta, -

(2)

al precio CIF Veracruz deben sumarse los costos de comercialización y transporte de este puerto, al centro de consumo de la Región X, - y restarse los de la granja de la Región V al centro de consumo -- de la Región X.

Región VI Norte-centro.

Igual que la Región II, siendo el punto de importa- -
ción Tampico.

Región VII Noreste.

Esta región, como se mencionó en el anterior apartado, se puede considerar autosuficiente, por lo que un aumento marginal en la producción se dirigirá a satisfacer la demanda de otras regio- nes, destacando para 1977 la Región VI como su principal compradora; en consecuencia, para el cálculo del precio de cuenta, deben hacer- se las siguientes operaciones:

Al precio CIF de Tampico deben sumarse los costos de comercialización y transporte de este puerto al centro de consumo - de la Región VI y deben restarse los de la granja de la Región VII a dicho centro de consumo.

Región VIII Golfo Centro.

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Veracruz.

Región IX Centro Norte.

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Tampico.

Región X Centro.

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Veracruz.

Región XI Occidente.

Esta región también es exportadora y de acuerdo a la lógica seguida en las Regiones V y VII, el precio de cuenta se calcula de la siguiente manera:

Al precio CIF de Tampico se le suman los gastos de -- comercialización y transporte de este puerto al centro de consumo -- de la Región VI y se le restan los de la granja de la Región XI a -- dicho centro de consumo.

Región XII Sur.

(23)

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Coatzacoalcos.

Región XIII Istmo.

También es superavitaria y por tanto, al precio CIF - de Veracruz se le suman los costos de comercialización y transporte de este puerto al centro de consumo de la Región VIII y se le restan los de la granja de la Región XIII a dicho centro de consumo.

Región XIV Península.

Igual que en la Región II, siendo el punto de importación Coatzacoalcos.

D. Precios indicativos del maíz a nivel internacional.

Como puede apreciarse en el Cuadro M22, las importaciones provienen fundamentalmente de los puertos de Estados Unidos de América, situados en el Golfo de México.

En consecuencia, para efectos de este estudio, se con

sideran como representativas las cotizaciones internacionales en -
estos puertos, a las cuales deben sumarse el transporte y el cargo-
por seguros, para obtener el precio CIF en puertos mexicanos.

En el cuadro MZ7 se muestran las cotizaciones recaba-
das para el año de 1979.

Considerando que las tarifas de transporte (FIO) de -
puertos del Golfo E.U.A a puertos del Golfo México, son en 1979, de
16.1 dólares por tonelada en promedio^{1/}, y del Golfo de los E.U.A.-
a puertos de México en el Pacífico, a 22.6 dólares por tonelada; --
y que el costo del seguro de transporte marítimo es del 0.33 por --
ciento del valor de la carga, los precios CIF en puertos mexicanos-
son:

FOB	\$2,630.00
Seguro	8.68
Flete (FIO)	
a) Golfo EUA-Golfo México	366.28
b) Golfo EUA-Pacífico México	514.15
CIF Golfo de México	3,005.00 por tonelada
CIF Pacífico de México	3,153.00 por tonelada

^{1/} Journal of Commerce, New York, de enero a diciembre de 1979.

El precio CIF Mexicali, se tomó como el precio CIF -
Pacífico de México^{1/}.

E. Precio de cuenta del maíz.

Los costos de comercialización y transporte que deben considerarse, de acuerdo a los resultados de la sección C, son:

De granja a bodega rural (pesos por tonelada).

Carga a camión	18.64
Flete	68.36
Descarga a bodega	18.64
Almacenaje	16.00
T O T A L + 5% POR IMPREVISTOS	<u>127.72</u>

De bodega rural a centro de consumo (pesos por tonelada).

Carga a camión	18.64
Flete	
a) Consumo en la región (100 km)	161.90
b) Colima-México (742 km)	380.00
c) Ciudad Victoria-Parral (961 km)	463.25
d) Guadalajara-Parral (1,016 km)	482.50
e) Tuxtla Gutiérrez-Jalapa (797 km)	405.85
Seguro de transporte	4.35
Descarga a almacén	18.64

^{1/} De acuerdo a datos proporcionados por CONASUPO para otros productos, esta hipótesis se asemeja a la realidad.

TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS

(26)

Caso a	<u>223.88</u>
Caso b	<u>471.05</u>
Caso c	<u>555.37</u>
Caso d	<u>576.54</u>
Caso e	<u>492.23</u>

De puerto a centro de consumo (pesos por tonelada).

Descarga de barco a furgón	73.59
Arrastre de furgón	0.83
Descarga de furgón a almacén	18.64
Honorarios al agente aduanal	11.82
Certificación de peso y calidad	11.82
Fumigación	20.09
Almacenaje	39.89
Seguro de almacenaje	4.73
Carga a camión	18.64
Flete a centro de consumo	
a) Guaymas-Hermosillo (138 km)	175.20
b) Mazatlán-Culiacán (222 km)	204.60
c) Tampico-Parral (1,204 km)	548.30
d) Veracruz-Jalapa (119 km)	168.55
e) Tampico-San Luis Potosí (402 km)	267.60
f) Veracruz-México (425 km)	275.65
g) Coatzacoalcos-Chilpancingo (989 km)	473.05
h) Coatzacoalcos-Mérida (808 km)	409.70
Seguro de transporte	4.35
Descarga a almacén	18.64

TOTAL + 10% DE ADMON E IMPREVISTOS

(27)

Caso a	<u>438.06</u>
Caso b	<u>470.40</u>
Caso c	<u>848.47</u>
Caso d	<u>430.75</u>
Caso e	<u>539.70</u>
Caso f	<u>548.56</u>
Caso g	<u>765.70</u>
Caso h	<u>696.01</u>

De frontera a centro de consumo.

Certificación de peso y calidad.	11.82
Fumigación	20.09
Almacenaje	39.89
Seguro de almacenaje	4.73
Honorarios al agente aduanal	11.82
Flete a centro de consumo	
Mexicali-Ensenada (256 km)	216.50
Seguro de transporte	4.35
Descarga a almacén	18.64
TOTAL + 10% DE ADMON E IMPREVISTOS	<u>360.62</u>

De Mazatlán a La Paz (pesos por tonelada).

Carga a furgón de patio.	18.64
Carga de furgón a barco.	73.59

Flete	
Mazatlán-La Paz.	273.00 ^{1/}
Seguro de transporte.	5.44
Descarga a transporte	73.59
Transporte a almacén	20.00 ^{2/}
Descarga a almacén.	18.64
TOTAL + 10% DE ADMON E IMPREVISTOS.	<u>531.18</u>

Descarga de barco a puerto (pesos por tonelada).

Descarga de barco a furgón.	73.59
Arrastre de furgón.	0.83
Descarga de furgón a almacén.	18.64
Honorarios al agente aduanal.	11.82
Certificación de peso y calidad.	11.82
Fumigación	20.09
Almacenaje	39.89
Seguro de almacenaje	4.73
TOTAL + 10% DE ADMON E IMPREVISTOS	<u>199.55</u>

En el Cuadro MZ.8 se presenta el cálculo final de --
los precios de cuenta.

1/ Estimado a partir de los costos de transporte del Golfo EUA a -
Golfo Mexico.

2/ Dato estimado.

C U A D R O MZ.1

BALANZA COMERCIAL DE MAIZ A NIVEL NACIONAL.
(MILES DE TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION INTERNA	COMERCIO EXTERIOR	
		IMPORTACION	EXPORTACION
1973	8,602	1,136	27
1974	7,848	1,270	-
1975	8,449	2,618	3
1976	8,017	905	-
1977	10,138	1,707	-
1978	10,361	1,310	-
1979	11,091	656 ^{1/}	-1 [/]

^{1/} Enero-noviembre de 1979.

FUENTE : Anuario Estadístico del Comercio Exterior.

C U A D R O M Z 2

IMPORTACIONES DE MAIZ EN EL AÑO DE 1977, SEGUN PUERTA DE ENTRADA Y SITIO DE PROCEDENCIA.

30

(1 de 2)

PUERTA DE ENTRADA	SITIO DE PROCEDENCIA	VOLUMEN (ton)	%	%
<u>G O L F O</u>		<u>1'279,408</u>		<u>73</u>
<u>Tampico, Tamps.</u>		<u>466,726</u>	<u>100</u>	<u>27</u>
	Nueva Orleans, E.U.A.	303,122	65	
	Houston, E.U.A.	115,115	25	
	E.U.A.	21,653	5	
	Mobile, E.U.A.	19,836	4	
	Buenos Aires, Arg.	7,000	1	
<u>Veracruz, Ver.</u>		<u>481,813</u>	<u>100</u>	<u>27</u>
	Nueva Orleans, E.U.A.	349,860	73	
	Lousiana, E.U.A.	65,052	14	
	Houston, E.U.A.	37,950	8	
	Mobile, E.U.A.	16,201	3	
	Nueva York, E.U.A.	12,750	2	
<u>Coatzacoalcos, Ver.</u>		<u>330,869</u>	<u>100</u>	<u>19</u>
	Nueva Orleans, E.U.A.	330,869	100	
<u>P A C I F I C O</u>		<u>371,797</u>		<u>21</u>
<u>Guaymas, Son.</u>		<u>41,550</u>	<u>100</u>	<u>2</u>
	Nueva Orleans, E.U.A.	23,741	57	
	Buenos Aires, Arg.	9,174	22	
	V. Constitución, Arg.	8,635	21	

C U A D R O MZ2

IMPORTACIONES DE MAIZ EN EL AÑO DE 1977, SEGUN PUERTA DE ENTRADA Y SITIO DE PROCEDENCIA.

(21)

(2 de 2)

PUERTA DE ENTRADA	SITIO DE PROCEDENCIA	VOLUMEN (ton)	%	%
<u>Mazatlán, Sin.</u>	Nueva Orleans, E.U.A.	<u>81,124</u>	<u>100</u>	<u>5</u>
		81,124	100	
<u>Manzanillo, Col.</u>	Nueva Orleans, E.U.A. Buenos Aires, Arg. Lousiana, E.U.A. Destreham, E.U.A.	<u>249,123</u>	<u>100</u>	<u>14</u>
		147,857	59	
		48,042	19	
		43,644	18	
		9,581	4	
<u>F R O N T E R A S</u>		<u>113,304</u>		<u>6</u>
<u>Mexicali, B.C.N.</u>		<u>30,596</u>	<u>100</u>	<u>2</u>
<u>Ciudad Juárez, Chih.</u>		<u>19,462</u>	<u>100</u>	<u>1</u>
<u>Piedras Negras, Coah.</u>		<u>6,095</u>	<u>100</u>	<u>0</u>
<u>Nuevo Laredo, Tamps.</u>		<u>57,151</u>	<u>100</u>	<u>3</u>
T O T A L		1'764,509		100

FUENTE : De las exportaciones por puertos : Estadística de Movimiento Portuario (1977), Dirección General de Operación Portuaria, Secretaría de Marina.
De las importaciones por fronteras : Subdirección de Operaciones, Conasupo.

CUADRO MZ3
BALANZA COMERCIAL DEL MAIZ A NIVEL REGIONAL ^{1/}
DURANTE 1977
(TONELADAS)

(32)

REGION	SALDO REGIONAL	SALDO CON EL EXTERIOR	SALDO TOTAL
I B. C. Sur	6,468	-	6,468
II B. C. Norte	168,303	37,751	206,054
III Nor-noroeste	185,753	36,003	221,756
IV Nororeste	44,904	63,927	108,831
V Pacífico centro	-457,957	30,630	-427,327
VI Norte-centro	383,487	73,079	456,566
VII Noreste	-389,618	76,113	-313,505
VIII Golfo centro	254,122	103,149	357,271
IX Centro-norte	113,677	177,589	291,266
X Centro	725,421	645,143	1,370,564
XI Occidente	-922,687	262,041	660,643
XII Sur	330,685	54,765	385,450
XIII Istmo	-448,903	60,587	-388,316
XIV Península	6,345	82,350	88,695

^{1/} El signo positivo indica importaciones y el negativo exportaciones

FUENTE: Cálculos realizados con información de los cuadros MZ5
MZ6 y MEZ6b

C U A D R O MZ.4

PRODUCCION REGIONAL DE MAIZ.
(TONELADAS)

REGION	PRODUCCION REGIONAL						
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
I B. C. Sur	1,400	5,160	5,750	1,833	2,284	4,369	N. D.
II B. C. Norte	8,548	9,141	12,902	16,612	4,626	14,598	N. D.
III Nor-noroeste	87,303	69,934	81,100	26,866	58,106	24,912	N. D.
IV Noroeste	367,108	339,400	274,482	172,500	357,749	351,184	N. D.
V Pacífico centro	660,515	746,987	590,308	700,710	756,159	809,323	N. D.
VI Norte-centro	429,384	260,893	246,791	378,100	399,810	201,581	N. D.
VII Noreste	777,777	530,050	455,393	554,109	973,027	613,076	N. D.
VIII Golfo centro	279,532	299,078	394,298	416,343	425,106	507,375	N. D.
IX Centro-norte	712,065	1,008,562	1,307,638	982,943	973,027	852,760	N. D.
X Centro	2,020,046	1,485,412	2,177,956	1,890,141	2,745,274	3,068,327	N. D.
XI Occidente	1,314,249	1,409,740	1,024,483	1,341,562	1,514,315	1,573,613	N. D.
XII Sur	574,265	396,473	492,013	294,841	404,703	690,008	N. D.
XIII Istmo	1,178,512	1,128,602	1,252,661	1,042,302	1,350,970	1,475,576	N. D.
XIV Península	190,833	158,331	132,933	180,432	172,258	174,791	N. D.
TOTAL NACIONAL	8,601,537	7,847,763	8,448,708	8,017,294	10,137,914	10,361,493	11,091,000

FUENTE : Dirección General de Economía Agrícola.

C U A D R O M Z.5

VOLUMEN DE MAIZ DISTRIBUIDO ENTRE REGIONES, 1977.
(TONELADAS)

(1 de 2)

REGION RECEPTORA DEL PRODUCTO	REGION REMITENTE DEL PRODUCTO					
	IV	V	VI	VII	IX	X
I B. C. Sur	6,468(100) (100)					
II B. C. Norte						
III Nor-noroeste			2,600(1) (2)	22,629(12) (5)		808(0) (8)
IV Noroeste			5,063(10) (4)	23,145(45) (5)	2,698(5) (49)	
V Pacífico centro				230(100) (0)		
VI Norte-centro				265,925(52) (63)		
VII Noreste			41,210(100) (33)			
VIII Golfo centro				60(0) (0)		268(0) (3)
IX Centro norte			1,463(1) (1)	4,181(4) (1)		1,870(2) (20)
X Centro		440,001(60) (96)	72,250(10) (59)	107,271(15) (25)		
XI Occidente		17,785(72) (4)	1,406(6) (1)	4,559(18) (1)	1,041(4) (19)	
XII Sur			53(0) (0)	2,141(1) (0)	425(0) (8)	6,424(2) (69)
XIII Istmo				687(38) (0)	160(9) (3)	
XIV Península		401(2) (0)			1,163(7) (21)	
T O T A L	6,468(0)	458,187(19)	124,045(5)	430,828(18)	5,487(0)	9,370(0)

C U A D R O MZ.5

VOLUMEN DE MAIZ DISTRIBUIDO ENTRE REGIONES, 1977.
(TONELADAS)

(2 de 2)

REGION RECEPTORA DEL PRODUCTO	REGION REMITENTE DEL PRODUCTO				
	XI	XII	XIII	XIV	T O T A L
I B. C. Sur					6,468 (0)
II B. C. Norte	168,303(100) (18)				168,303 (7)
III Nor-noroeste	159,716(87) (16)				185,753 (8)
IV Noroeste	20,466(40) (2)				51,372 (2)
V Pacífico centro					230 (0)
VI Norte-centro	241,607(48) (26)				507,532 (21)
VII Noreste					41,210 (2)
VIII Golfo centro	566(0) (0)	22(0) (2)	253,206(100) (56)		254,122 (10)
IX Centro norte	111,650(93) (12)				119,164 (5)
X Centro	25,170(3) (3)		79,690(11) (18)	10,490(1) (100)	734,791 (30)
XI Occidente					24,791 (1)
XII Sur	220,000(66) (23)		102,620(31) (23)		331,663 (13)
XIII Istmo		956(53) (98)			1,803 (0)
XIV Península			15,190(91) (3)		16,754 (1)
T O T A L	947,478(39)	978(0)	450,706(18)	10,409(1)	2,443,956

FUENTE : Elaboraciones propias en base al Informe E-2 y Cálculos del consumo aparente regional.

C U A D R O MZ.6

DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS IMPORTACIONES DE MAIZ DURANTE 1977, POR PUERTAS DE ENTRADA.
(TONELADAS)

(1 de 2)

REGION RECEPTORA	PUERTA DE ENTRADA					
	TAMPICO	VERACRUZ	COATZACOALCOS	GUAYMAS	MAZATLAN	MANZANILLO
I B. C. Sur				6,009(16)	1,146(3)	
II B. C. Norte				(14)	(1)	
III Nor-noroeste				34,510(96)	99(0)	1,394(4)
IV Noroeste				(84)	(0)	(1)
V Pacifico centro	1,520(5)			1,030(2)	54,040(85)	8,857(13)
VI Norte-centro	(0)			(2)	(57)	(4)
VII Noreste	29,219(40)	104(0)			5,049(7)	29,110(95)
VIII Golfo centro	(7)	(0)			(6)	(12)
IX Centro-norte	73,750(97)	30(0)				1,281(2)
X Centro	(18)	(0)				(1)
XI Occidente	400(0)	93,993(91)	8,642(9)			
XII Sur	(0)	(20)	(3)			
XIII Istmo	126,563(71)	5,441(3)				27,831(16)
XIV Península	(32)	(1)				(11)
T O T A L	119,087(18)	333,026(52)	147,242(23)			27,020(4)
	(30)	(69)	(44)			(11)
	54,540(21)	16,258(6)	14,210(5)		20,790(8)	149,424(57)
	(13)	(3)	(4)		(26)	(60)
	850(2)	24,513(45)	29,402(53)			
	(0)	(5)	(9)			
		554(1)	60,033(99)			
		(0)	(18)			
		7,394(9)	74,956(91)			
		(2)	(22)			
T O T A L	405,935(24)	481,813(29)	334,485(20)	41,549(2)	81,124(5)	244,917(14)

C U A D R O MZ.6

DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS IMPORTACIONES DE MAIZ DURANTE 1977, POR PUERTAS DE ENTRADA.
(TONELADAS)

(2 de 2)

REGION RECEPTORA	PUERTA DE ENTRADA				
	CIUDAD JUAREZ	PIEDRAS NEGRAS	NUEVO LAREDO	MEXICALI	T O T A L
I B. C. Sur					
II B. C. Norte				30,596(81)	37,751
III Nor-noroeste				(100)	(2)
IV Ncroeste					36,003
V Pacífico centro					(2)
VI Norte-centro	13,805(19)	3,768(5)	19,853(27)		63,927
VII Noreste	(71)	(62)	(35)		(4)
VIII Golfo centro		2,327(3)			76,113
IX Centro-norte		(38)			(4)
X Centro	30(0)		114(0)		103,149
XI Occidente	(0)		(0)		(6)
XII Sur	5,627(1)		17,224(10)		177,589
XIII Istmo	(29)		(30)		(10)
XIV Península			13,141(2)		645,143
T O T A L			(23)		(39)
			6,819(3)		262,041
			(12)		(5)
					54,765
					(3)
					60,587
					(4)
					82,350
					(5)
T O T A L	19,462(1)	6,095(0)	57,151(3)	30,596(2)	1,703,127

FUENTE : De las importaciones por puertos : Estadística de Movimiento Portuario (1977), Dirección General de Operación Portuaria, Secretaría de Marina.
De las importaciones por frontero : Subdirección de Operaciones de CONASUPO e Informe E-2 (1977), Oficina de Estadística, F.N.M.

C U A D R O MZ.7

PRECIOS INDICATIVOS DEL MAIZ A NIVEL INTERNACIONAL, 1979.
(PESOS POR TONELADA, CONSIDERANDO 22.75 PESOS POR DOLAR)

38

MES	PRECIO ^{1/}
Enero	2 389
Febrero	2 434
Marzo	2 503
Abril	2 548
Mayo	2 571
Junio	2 730
Julio	2 980
Agosto	2 707
Septiembre	2 685
Octubre	2 707
Noviembre	2 685
Diciembre	2 616
Promedio Anual	2 630

1/ Precio FOB puertos de E.U.A. en el Golfo.

FUENTE : Precios de los Principales Productos Agropecuarios de Exportación de América Latina.

CUADRO M28
 PRECIOS DE CUENTA DEL MAIZ POR REGIONES
 (PESOS POR TONELADA)

REGION	PRECIO CIF	GASTOS DE COMERCIALIZACION Y TRANSPORTE		PRECIO DE CUENTA EN GRANJA
		GENERADOS	ANULADOS	
I B. C. Sur	3,153	352	731	3,532
II B. C. Norte	3,153	352	361	3,162
III Nor-noroeste	3,153	352	438	3,239
IV Noroeste	3,153	352	470	3,271
V Pacifico centro	3,005	599	549	2,953
VI Norte-centro	3,005	352	848	3,501
VII Noreste	3,005	683	848	3,170
VIII Golfo Centro	3,005	352	431	3,082
IX Centro-norte	3,005	352	540	3,193
X Centro	3,005	352	549	3,202
XI Occidente	3,005	704	848	3,149
XII Sur	3,005	352	766	3,419
XIII Istmo	3,005	620	431	2,816
XIV Península	3,005	352	696	3,349

VII.10 Semilla de Algodón.

A. Comercialización de la semilla de algodón a nivel nacional.

Según puede observarse en el Cuadro AL.1, la balanza comercial de la semilla de algodón manifiesta, en el período 1973-79, un saldo francamente desfavorable con el exterior; de acuerdo con la estadística mostrada, la tendencia a la importación se mantendrá en los próximos años, por lo cual, un incremento en la producción en cualquier región del País, redundará en una sustitución de importaciones. En el cuadro AL.2 puede observarse que la mayor parte de las importaciones se realizan por Guaymas y que -- provienen de Nicaragua, sin embargo dado la lejanía de este puerto con respecto a los grandes centros de consumo se supone que -- este hecho es casual y se considera que la puerta de entrada es -- Manzanillo.

B. Comercialización de la semilla de algodón a nivel regional.

En el Cuadro AL.3, se aprecia que durante 1977 la mayor parte de las Regiones del País: I, II, III, IV, V, VI, XII, y XIII, son exportadoras de semilla de algodón; mientras que las Regiones VII, X y XI, son grandes importadoras del producto.

Para las Regiones VIII, IX y XIV no se registra ningún movimiento, dado que no son productoras ni demandantes de semilla.

En el Cuadro AL.5 se presenta el detalle del intercambio de semilla de algodón entre regiones y en el Cuadro AL.6, el destino regional de las importaciones, ambos cuadros referidos también al año de 1977.

A efecto de poder inferir si los resultados que se consignan para 1977, pueden considerarse como representativos, se elaboró el Cuadro AL.4, donde se presenta la producción para cada una de las regiones del País, en los años comprendidos en el período 1974-78.

En el caso de las regiones importadoras, que son la VII, X y XI, se observa que su producción es tan baja en comparación con sus importaciones, que cualquier cambio en el nivel de producción no altera su calidad de importadoras.

Para las Regiones I, III, IV, V, XII y XIII puede observarse que prácticamente exportan la totalidad de lo que producen, por tanto, cualquier variación en el volumen de su producción, no modifica su condición de exportadoras. En el caso de la Región XIII, el volumen de exportación que se registra, es incluso mayor que su producción, desconociéndose el motivo de esta discrepancia.

Respecto a las Regiones II y VI, se observa lo siguiente : para la primera, el volumen producido en 1977 es muy similar al del período analizado; mientras que para la Región VI,

(42)

el volumen de producción registrado en 1977, es mayor en 56 mil-toneladas del que se registra en promedio de 1974 a 1976; sin em-bargo, si se considera que el volumen de exportación en ese año-fué de 92 mil toneladas, se llega a la conclusión de que aún - - cuando disminuyese la producción a su valor promedio, la región-continuaría siendo exportadora y por tanto, los datos obtenidos-para 1977 pueden suponerse representativos.

C. Efectos previsibles por producciones margina--
les de semilla de algodón.

Un aumento en el volumen de producción en cualquier de las regiones del País, hará que de manera directa o indi-recta, se sustituyan importaciones que actualmente se realizan - por Manzanillo.

Región I. Baja California Sur, Región II. Baja Cali
fornia Norte, Región III. Nor-noreste, Región V. -
Pacífico Centro, Región VI. Norte-centro y Región -
XIII. Istmo.

Para las Regiones I, II, III, V, VI y XIII se consi-dera que un aumento en su producción, se orientará a satisfacer-parte de la demanda de la Región XI, misma que disminuirá las --importaciones que realiza de manera indirecta desde Manzanillo.

De esta manera, se generan los gastos de comerciali-zación y transporte para poner el producto de la granja de la re

1

(43)

gión considerada, al centro de consumo de la Región XI, mientras que se anulan los gastos necesarios para llevar el producto de Manzanillo a ese mismo centro de consumo. Para el cálculo del precio de cuenta, al precio CIF Manzanillo, deben restarse los gastos generados y sumarse aquellos que se anulan.

Región IV Noroeste y Región XII Sur.

En el caso de las Regiones IV y XII, que también son superavitarias, un aumento en su producción se dirigirá a cubrir parte de la demanda de la Región X, misma que disminuirá las importaciones, que de forma indirecta realiza por Manzanillo. De acuerdo con lo anterior, el precio de cuenta se obtiene de manera semejante al ya descrito para las seis regiones antes citadas.

Región VII Nor este.

Un aumento en la producción de la Región VII, liberará un tonelaje similar en la Región VI, de la cual lo importa actualmente; el tonelaje liberado, se orientará a satisfacer parte de la demanda de la Región XI, lo cual conducirá de manera indirecta, a que esta región disminuya sus importaciones desde Manzanillo.

De esta manera, se generan los gastos de comercialización y transporte para poner el producto de la granja de la Región VII a su centro de consumo y para llevar el tonelaje liberado en la Región VI, desde la granja de la misma al centro de con-

(44)

sumo de la Región XI; asimismo, se anulan los gastos para poner el producto de la granja de la Región VI, al centro de consumo de la Región VII y del puerto mencionado al centro de consumo de la Región XI. Para el cálculo del precio de cuenta, el precio CIF de la semilla de algodón en puerto, deben sumarse los gastos que se anulan y restarse aquellos que se generan.

Región X. Centro y Región XI. Occidente.

Se considera que un aumento en la producción en cualquiera de estas regiones, hará que disminuyan en la misma medida las importaciones que de manera indirecta realizan por Manzanillo.

El precio de cuenta se calcula sumando al precio CIF Manzanillo, los gastos de comercialización y transporte que se anulan y que son los necesarios para poner el producto del puerto al centro de consumo de la región en cuestión, mientras que deben restarse los gastos que se generan de la granja de la misma región a su centro de consumo.

D. Precios indicativos de la semilla de algodón a nivel internacional.

Entre los distintos documentos consultados sólo se encontró la cotización internacional de la semilla de algodón en el mercado del Japón. Esta cotización es el precio CIF Japón -

de semilla proveniente de los Estados Unidos de América, este --
precio fue para 1979 de 5937 pesos por tonelada, considerando --
una conversión de 9.56 yens por peso. El documento en el que se
localizó este dato es "Japan Exports And Imports, Commodity by -
Country, 1979".

Se considera que una aproximación del precio CIF Mé-
xico puede obtenerse restando al precio CIF Japón los gastos de
seguro y transporte de Japón a Estados Unidos y sumando los gas-
tos por los mismos conceptos de los Estados Unidos a México, cál-
culos que se indican a continuación:

Precio CIF JAPON	\$5937/ton
Flete Japón-costa oeste EUA	\$ 416/ton
Seguro	\$ 25/ton
Precio FOB costa oeste EUA	\$5496/ton
Flete costa oeste EUA-costa México	\$ 364/ton
Seguro	\$ 18/ton
CIF costa oeste de México	\$5878/ton

E. Precio de cuenta de la semilla de algodón.

Los costos de comercialización y transporte que de--
ben considerarse, de acuerdo a los resultados de la sección C, -
son los siguientes:

(12)

De granja a despepitadora (pesos por cada 1,060 kg^{1/}):

Carga a camión.	19.76
Flete	72.46
Descarga a despepitadora.	19.76
Imprevistos 5%	5.60
Beneficio (incluye almacenaje).	1,170.00
TOTAL :	<u>1,287.58</u>

De beneficiadora a centro de consumo (pesos por tonelada):

Carga a transporte.	18.64
Flete.	
a) Consumo en la región (100 Km).	165.00
b) Ensenada - Guadalajara (2,382 Km)	1,032.16
c) Hermosillo - Guadalajara (1,423 Km).	667.74
d) Culiacán - México (1,332 Km).	633.16
e) Colima - Guadalajara (225 Km).	212.50
f) Parral - Guadalajara (1,016 Km)	513.08

1/ Durante el despepite del algodón hueso se tiene una merma del 15.6 por ciento, considerándose que de acuerdo al volumen obtenido de algodón pluma y de semilla, un 9.6 por ciento corresponde al algodón pluma y el 6 por ciento restante a la semilla de algodón.

g) Parral Ciudad Victoria (961 Km).	492.18
h) Chilpancingo - México (279 Km).	233.02
i) Tuxtla - Guadalajara (1,665 Km).	759.70
Seguro de transporte.	26.24
Descarga a almacén.	18.64
TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS.	
Caso a Consumo en la región.	<u>251.37</u>
Caso b Ensenada - Guadalajara.	<u>1,205.25</u>
Caso c Hermosillo - Guadalajara.	<u>804.39</u>
Caso d Culiacán - México.	<u>766.35</u>
Caso e Colima - Guadalajara.	<u>303.62</u>
Caso f Parral - Guadalajara.	<u>634.26</u>
Caso g Parral - Ciudad Victoria.	<u>611.27</u>
Caso h Chilpancingo - México.	<u>326.19</u>
Caso i Tuxtla - Guadalajara.	<u>905.54</u>

De San Carlos, B. C. S. a Guadalajara (pesos por tonelada).

Carga a barco.	73.59
Flete	
San Carlos - Manzanillo.	273.00
Seguro de transporte.	32.77
Descarga a transporte	73.59

Flete	(49)
Manzanillo - Guadalajara (326 Km).	250.88
Seguro de transporte.	26.24
Descarga a almacén.	18.64
TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS	<u>823.58</u>

De puerto a centro de consumo (pesos por tonelada)

Descarga de barco a furgón.	73.59
Arrastre de furgón.	0.83
Descarga de furgón a almacén.	18.64
Honorarios al agente aduanal.	11.82
Certificación de peso y calidad.	11.82
Fumigación.	20.09
Almacenaje.	39.89
Seguro de almacenaje.	4.73
Carga a camión.	18.64
Flete a centro de consumo	
a) Manzanillo - Guadalajara (325 Km).	250.50
b) Manzanillo-México (842 Km).	446.96
Seguro de transporte.	26.24
Descarga a almacén.	18.64
TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS.	
Caso a	<u>544.97</u>
Caso b	<u>761.08</u>

C U A D R O A L . 1

BALANZA COMERCIAL DE LA SEMILLA DE ALGODON A NIVEL NACIONAL.
(TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION INTERNA	COMERCIO EXTERIOR	
		IMPORTACION	EXPORTACION
1973	-	308	4
1974	826,379	35,338	3
1975	320,335	2,676	-
1976	348,928	108,084	-
1977	658,733	40,250	1
1978	N.D.	22,477	-
1979	578,000	- 1/	- 1/

1/ Enero-junio de 1979.

FUENTE : Dirección General de Economía Agrícola, SARH.
Anuario Estadístico del Comercio Exterior, D.G.E., S.P.P.

(5)

CUADRO AL 2

IMPORTACIONES DE SEMILLA DE ALGODON EN EL AÑO DE 1977, SEGUN PUERTA DE ENTRADA Y SITIO DE PROCEDENCIA.

PUERTA DE ENTRADA	SITIO DE PROCEDENCIA	VOLUMEN (ton)	%	%
<u>P A C I F I C O</u>		<u>36,901</u>		<u>93</u>
<u>Guaymas, Son.</u>		<u>36,901</u>	<u>100</u>	<u>93</u>
	Corinto, Nic.	36,901	100	
<u>F R O N T E R A S</u>		<u>2,806</u>		<u>7</u>
<u>Nogales, Son.</u>		<u>2,806</u>	<u>100</u>	<u>7</u>
T O T A L		39,707		100

FUENTE : Estadística de Movimiento Portuario (1977), Dirección General de Operación Portuaria, Secretaría de Marina.

CUADRO AL 3

BALANZA COMERCIAL DE SEMILLA DE ALGODON DURANTE 1977 ^{1/}
 (TONELADAS)

(52)

REGION	SALDO REGIONAL	SALDO CON EL EXTERIOR	SALDO TOTAL
I B. C. Sur	- 46,167	-	- 46,167
II B. C. Norte	- 9,638	-	- 9,638
III Nor-noroeste	- 214,556	39,707	- 174,849
IV Nororeste	- 30,094	-	- 30,094
V Pacífico centro	- 26,153	-	- 26,153
VI Norte-centro	- 92,289	-	- 92,289
VII Noreste	136,644	-	136,644
VIII Golfo centro	-	-	-
IX Centro-norte	-	-	-
X Centro	191,603	-	191,603
XI Occidente	145,563	-	145,563
XII Sur	- 9,131	-	- 9,131
XIII Istmo	- 45,782	-	- 45,782
XIV Península	-	-	-

^{1/} El signo positivo indica importaciones, el negativo exportaciones.

FUENTE: Cálculos realizados con información de los cuadros AL5 y

AL6

C U A D R O A L . 4

PRODUCCION REGIONAL DE SEMILLA DE ALGODON.
(TONELADAS)

REGION	PRODUCCION REGIONAL						
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
I B. C. Sur	N. D.	50,242	6,037	17,060	43,326	3,346	N. D.
II B. C. Norte	N. D.	102,736	44,448	48,334	80,697	81,058	N. D.
III Nor-noroeste	N. D.	234,431	61,294	74,565	187,955	N.D	N. D.
IV Noroeste	N. D.	82,757	34,272	8,862	30,094	52,250	N. D.
V Pacífico centro	N. D.	35,383	18,820	16,631	26,153	13,760	N. D.
VI Norte-centro	N. D.	214,412	109,625	32,606	226,811	N.D	N. D.
VII Noreste	N. D.	36,543	138	2,520	9,630	412	N. D.
VIII Golfo centro	N. D.	-	-	-	-	-	N. D.
IX Centro-norte	N. D.	7,842	-	-	-	-	N. D.
X Centro	N. D.	8,571	2,215	2,466	5,757	1,194	N. D.
XI Occidente	N. D.	495	568	495	508	N.D.	N. D.
XII Sur	N. D.	4,403	2,593	5,500	9,131	N.D.	N. D.
XIII Istmo	N. D.	46,964	30,325	37,889	38,671	N.D.	N. D.
XIV Península	N. D.	-	-	-	-	N.D	N. D.
TOTAL NACIONAL	N. D.	826,379	320,335	348,928	658,733	N.D.	578,000

FUENTE : Dirección General de Economía Agrícola, SARH.

C U A D R O AL.5

VOLUMEN DE SEMILLA DE ALGODON DISTRIBUIDO ENTRE REGIONES DURANTE 1977.
(TONELADAS)

(1 de 2)

REGION RECEPTORA DEL PRODUCTO	REGION REMITENTE DEL PRODUCTO				
	I	II	III	IV	V
I. B.C. Sur			14(38) (0)		
II. B.C. Norte					
III. Nor-noroeste					
IV. Noroeste	11,429(100) (25)				
V. Pacífico Centro	28,116(100) (61)				
VI. Norte-centro		4,420(12) (46)	21,444(56) (10)	1,323(3) (3)	
VII. Noreste			51(0) (0)	999(1) (2)	2,350(2) (4)
VIII. Golfo centro					
IX. Centro norte					
X. Centro		2,462(1) (26)	141,622(74) (64)	38,389(20) (93)	
XI. Occidente	6,659(5) (14)	2,756(2) (28)	58,925(40) (26)	812(1) (2)	51,919(35) (96)
XII. Sur					
XIII. Istmo					
XIV. Península					
T O T A L :	46,204(8)	9,638(2)	222,056(40)	41,523(17)	54,269(10)

(5)

C U A D R O A L . 5
 VOLUMEN DE SEMILLA DE ALGODON DISTRIBUIDO ENTRE REGIONES DURANTE 1977.
 (TONELADAS)

(2 de 2)

REGION RECEPTORA DEL PRODUCTO	REGION REMITENTE DEL PRODUCTO			
	VI	VII	XIII	T O T A L
I. B.C. Sur	23(62)			37
II. B.C. Norte	(0)			(0)
III. Nor-noroeste			7,500(100)	7,500
IV. Noroeste			(16)	(1)
V. Pacífico				11,429
Centro				(2)
VI. Norte centro				28,116
VII. Noreste	29,217(94)	1(0)	11,041(29)	(5)
VIII. Golfo centro	(99)	(. 0)	(24)	(7)
IX. Centro norte			4,027(3)	136,644
X. Centro			(9)	(24)
XI. Occidente	1,278(1)	9,130(5)		191,603
XII. Sur	(1)	(100)		(35)
XIII. Istmo			23,214(16)	145,563
XIV. Península			(51)	(26)
T O T A L :	130,518(23)	9,131(2)	45,782(8)	559,121.

FUENTE : Informe E-2, 1977, Oficina de Estadística, F.N.M. y estimaciones del consumo regional conforme al X Censo Industrial.

CUADRO AL 6

DISTRIBUCION REGIONAL DE LAS IMPORTACIONES DE SEMILLA DE ALGODON DURANTE 1977, POR PUERTAS DE ENTRADA.
(TONELADAS)

REGION RECEPTORA	PUERTA DE ENTRADA		
	GUAYMAS	NOGALES	T O T A L
I B.C. Sur			
II B.C. Norte			
III Nor-noroeste	36,901 (93) (100)	2,806 (7) (100)	39,707 (100)
IV Noroeste			
V Pacífico Centro			
VI Norte-centro			
VII Noreste			
VIII Golfo centro			
IX Centro-norte			
X Centro			
XI Occidente			
XII Sur			
XIII Istmo			
XIV Península			
T O T A L	36,901 (93)	2,806 (7)	39,707

FUENTE: Estadística de Movimiento Portuario (1977), Dirección General de Operación, Secretaría de Marina.

CUADRO AL 8
 PRECIO DE CUENTA DE LA SEMILLA DE ALGODON POR REGIONES
 (PESOS POR TONELADA)

REGION	PRECIO CIF	GASTOS DE COMERCIALIZACION Y TRANSPORTE		PRECIO DE CUENTA EN GRANJA
		GENERADOS	ANULADOS	
I B. C. Sur	5,878	2,111	408	4,175
II B. C. Norte	5,878	2,493	408	3,793
III Nor-noroeste	5,878	2,092	408	4,194
IV Noroeste	5,878	2,054	761	4,585
V Pacífico centro	5,878	1,591	408	4,695
VI Norte-centro	5,878	1,922	408	4,364
VII Noreste	5,878	3,461	2,307	4,724
VIII Golfo Centro	-	-	-	-
IX Centro-norte	-	-	-	-
X Centro	5,878	1,539	761	5,100
XI Occidente	5,878	1,539	408	4,747
XII Sur	5,878	1,614	761	5,025
XIII Istmo	5,878	2,193	408	4,093
XIV Península	-	-	-	-

México es un país en el que las industrias productoras de bienes de capital se encuentran poco desarrolladas, siendo insuficientes, en la mayor parte de los casos, para satisfacer el mercado interno, lo cual obliga a recurrir a importaciones.

La maquinaria para la cual se solicitó la determinación del precio de cuenta es:

- Tractor agrícola Ford 5000
- Camión de volteo Ford de 6 m³
- Mezcladora portátil Mitsa SR-16
- Trilladora combinada Annis Chalmer FKS-2HY con cabezal de 15 pies de corte
- Camión Euclid serie R-35DE de 23.3 yd³
- Draga de arrastre Bucyrus-erie de 2 yd³
- Tractor Caterpillar D-8 con angledozer

Como es conocido, el tractor agrícola, el camión de volteo y la mezcladora, son equipos que se arman en México, participando en la producción distintas empresas, que ofrecen en el mercado equipos de características similares, aunque claro, con otra denominación.

Para estos tres casos, en el Anuario Estadístico del Comercio Exterior, se registran importaciones y exportaciones, aun-

que de tan pequeña cuantía, que bien pueden considerarse como bienes no comercializados; el destino de las exportaciones es fundamentalmente Centro América, mientras que las importaciones se realizan de los Estados Unidos de América.

Para la determinación del precio de cuenta de estos tres equipos, se empleó el criterio de aceptar como una aproximación el precio del mercado, deduciendo únicamente el margen de utilidad del empresario, ya que éste no es sino una transferencia de recursos; se consideró un margen de utilidad del 10 por ciento sobre el valor del equipo.

Para la obtención de los precios de esos equipos, se realizó una investigación en la Ciudad de México; cabiendo anotar, que estos precios pueden considerarse válidos en las distintas regiones del país, dado que los costos de transporte son insignificantes, comparados con el precio del bien, al no afectar sensiblemente los resultados obtenidos.

A continuación se presentan los precios de mercado y de cuenta para 1979, obtenidos de acuerdo a los criterios antes establecidos.

Tractor agrícola Ford 5000

(60)

Precio de mercado	\$270,555/pza
Precio de cuenta	\$245,959/pza

Camión de volteo Ford de 6 m³

Precio de mercado	\$428,886/pza
Precio de cuenta	\$389,896/pza

Mezcladora portátil Mitsa SR-16

Precio de mercado	\$263,016/pza
Precio de cuenta	\$239,105/pza

El camión Euclid, la draga del arrastre, el tractor Caterpillar y la trilladora son productos de importación, y por tanto, para la obtención de sus precios de cuenta se requiere emplear otro criterio.

La manera más propia de hacerlo, hubiese consistido en hacer una investigación de mercado en los Estados Unidos de América, lugar desde donde se importan estos bienes, y aumentar estos costos de acuerdo a las tarifas arancelarias de exportación en ese país (nuevamente se consideran despreciables los costos de transporte); sin embargo, esto queda fuera de los alcances de este estudio.

El procedimiento que se siguió y que es aceptado en la metodología propuesta^{1/}, consiste en partir del precio de merca

1/ Squire y van der Tak

(6)

do de los bienes en México, a los cuales se les resta el arancel de importación de nuestro país y el margen de utilidad de los empresarios, con lo cual se obtiene una aproximación del precio CIF, del bien considerado.

Las tarifas arancelarias de los tres equipos bajo análisis son:

Camión Euclid: 5 por ciento ad valorem.

Draga de arraste: 20 por ciento ad valorem.

Tractor sobre orugas: 10 por ciento ad valorem.

Trilladora combinada: excenta.

A continuación se presenta el cálculo final del precio de cuenta para los tres equipos de importación en 1979, de acuerdo a los criterios que se indican.

Camión Euclid serie R-35DE de 23.3 yd³

Precio de mercado	\$6,259,831/pza
Menos margen de utilidad	569,076/pza
Menos arancel de importación	270,988/pza
Precio de cuenta	5,419,767/pza

Draga de arrastre Bucyrus-serie de 2 yd³

Precio de mercado	\$7,729,688/pza
-------------------	-----------------

(62)

Menos margen de utilidad	\$ 702,699/pza
Menos arancel de importación	1,171,165/pza
Precio de cuenta	5,855,824/pza

Tractor Caterpillar D-8 con angledozer

Precio de mercado	\$4,732,342/pza
Menos margen de utilidad	430,213/pza
Menos arancel de importación	391,103/pza
Precio de cuenta	3,911,026/pza

Trilladora combinada Annis Chalmer FRS-2HY

Precio de mercado	\$1,172,863/pza
Menos margen de utilidad	106,624/pza
Menos arancel de importación	0/pza
Precio de cuenta	1,066,239/pza

VII.23 Superfosfato Simple.

A. Comercialización del superfosfato simple a nivel nacional. (63)

En el cuadro SS1 puede apreciarse que el superfosfato simple es un bien que no se comercializa en el exterior; este hecho tiene una fácil explicación, si se considera que la cantidad de nutriente por tonelada bruta de producto, es muy inferior a la del superfosfato triple ^{1/} y en consecuencia, sus costos de comercialización y transporte, en términos de nutriente transportado, resultan muy elevados.

A lo anterior debe añadirse, que las plantas que elaboran superfosfato simple, se localizan en regiones mediterráneas - (ver cuadro SS4), lo cual favorece aún más, que el producto que se exporte sea el superfosfato triple.

El incremento de la demanda de superfosfato simple, a causa de un proyecto, produce los siguientes efectos: dado que este producto no se importa, una mayor demanda en un punto, disminuye el consumo en otro lugar, obligando a este último a abastecer

^{1/} La cantidad de nutriente por tonelada bruta de producto, del superfosfato simple es del 20 por ciento y para el superfosfato triple del 46 por ciento.

se con un volumen equivalente de superfosfato triple para satisfacer sus requerimientos, y por tanto, se disminuyen las exportaciones que de este abono se realizan por Coatzacoalcos.

B. Comercialización del superfosfato simple a nivel regional.

En el cuadro SS4 se presenta la historia de producción regional de superfosfato simple para el período 1973-79, cambiando anotar, que se encuentra en proceso de construcción una nueva planta en Querétaro, que tendrá una capacidad de proyecto de 300,000 toneladas por año.

Estas plantas se localizan precisamente en las regiones en donde se genera una mayor demanda de abonos fosfatados. En el caso particular del superfosfato triple, del cual se dispone de datos precisos correspondientes al año de 1977, en estas regiones se concentró el 56 por ciento del consumo nacional, distribuido de la siguiente manera: región IX, 22%; región X, 19%; región XI, 15%.

Considerando lo anterior y lo alto que resultan los costos de transporte del superfosfato simple, debido a su bajo contenido de nutrientes, se estima que la producción de esas regiones se dedica fundamentalmente al autoconsumo. En atención a este he-

cho, no se elaboran los cuadros SS3 y SS5, mientras que el cuadro SS6 no se trata por no existir importaciones, ni exportaciones. (65)

C. Efectos previsibles por demandas marginales de superfosfato simple.

La demanda marginal de una tonelada de superfosfato simple, que se origine a causa de un proyecto dado en la región IX, disminuirá el consumo del mismo abono en otro punto localizado en la misma región, la cual a su vez se verá obligada a satisfacer sus requerimientos con 0.476 ¹/₁ toneladas de superfosfato triple, provenientes de Pajaritos; disminuyéndose consecuentemente, en 0.476 el volumen de superfosfato triple a exportar por Coatzacoalcos.

El efecto global es entonces originar el transporte de 0.476 toneladas de superfosfato triple, de Pajaritos a la región IX, y la disminución de la exportación de ese mismo tonelaje de superfosfato triple por Coatzacoalcos.

De esta manera, el precio de cuenta de la demanda marginal de superfosfato simple en la región IX, se obtiene multi-

1/ Una tonelada de superfosfato simple equivale a 0.476 toneladas de superfosfato triple, considerando la cantidad de nutriente de cada producto.

(66)

plicando por 0.476 el precio de cuenta del superfosfato triple en esta misma región.

Para las regiones X y XI el procedimiento es el mismo.

D. Precios indicativos del superfosfato simple a nivel internacional.

Se ha demostrado que la cotización que debe recabarse es la del superfosfato triple, misma que se muestra en la sección D del apartado VII.24

E. Precio de cuenta del superfosfato simple.

Tal como se señala en la sección C, para la obtención del precio de cuenta del superfosfato simple, basta con multiplicar por 0.476 el precio de cuenta del superfosfato triple, en las regiones consideradas.

CUADRO SS1
 BALANZA COMERCIAL DEL SUPERFOSFATO SIMPLE
 A NIVEL NACIONAL
 (TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION INTERNA	COMERCIO EXTERIOR	
		IMPORTACION	EXPORTACION
1973	262 905	-	-
1974	254 060	-	-
1975	282 171	-	-
1976	289 839	-	-
1977	283 576	-	-
1978	281 969	-	-
1979	363 343	-	-

FUENTE: Fertilizantes Mexicanos, S.A., y Anuario Estadístico de Comercio Exterior, D.G.E., S.P.P.

(67)

CUADRO SS4
 PRODUCCION REGIONAL DE SUPERFOSFATO SIMPLE
 (TONELADAS)

REGION	PRODUCCION REGIONAL						
	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979
IX. CENTRO-NORTE							
San Luis Potosí	61 489	58 387	57 049	61 691	55 264	50 965	61 769
Querétaro	-	-	-	-	-	-	77 813
X. CENTRO							
Cautitlán	123 184	123 445	133 976	132 198	133 658	137 117	132 149
XI. OCCIDENTE							
Guadalajara	78 232	72 228	91 146	95 950	94 654	93 887	91 612
T O T A L	262 905	254 060	282 171	289 839	283 576	281 969	363 343

FUENTE: Fertimex.

CUADRO SS8
 PRECIO DE CUENTA DEL SUPERFOSFATO SIMPLE POR REGIONES
 (PESOS POR TONELADA)

REGION	PRECIO FOB	GASTOS DE COMERCIALIZACION Y TRANSPORTE		PRECIO DE CUENTA EN GRANJA
		GENERADOS	ANULADOS	
I B. C. Sur	-	-	-	-
II B. C. Norte	-	-	-	-
III Nor-noroeste	-	-	-	-
IV Noroeste	-	-	-	-
V Pacífico centro	-	-	-	-
VI Norte-centro	-	-	-	-
VII Noreste	-	-	-	-
VIII Golfo Centro	-	-	-	-
IX Centro Norte	1 408	417	134	1 691
X Centro	1 408	323	134	1 597
XI Occidente	1 408	453	134	1 727
XII Sur	-	-	-	-
XIII Istmo	-	-	-	-
XIV Península	-	-	-	-

VII.24. Superfosfato Triple. (70)

A. Comercialización del superfosfato triple a nivel nacional.

En el cuadro ST1, puede apreciarse que México ha sido un exportador de superfosfato triple; en consecuencia, un aumento en la demanda de este insumo, se traducirá, en el margen, en un decremento del volumen de exportaciones.

Es notoria en el cuadro mencionado, la disminución que se presenta en el volumen de producción para el año 1979 (un 17 por ciento menor que en 1978), este hecho tiene por explicación, el que se hizo una conversión de una de las plantas de Pajaritos, para producir ciertos fertilizantes denominados complejos.

Los destinos de las exportaciones de superfosfato triple, de acuerdo al cuadro ST2, son principalmente los puertos de los Estados Unidos de América, situados en el Golfo de México, y en menor medida, Bélgica en Europa y Chile en Sudamérica.

B. Comercialización del superfosfato triple a nivel regional.

Cabe hacer mención, que las únicas plantas en las que se obtiene superfosfato triple, se localizan en Pajaritos, --

siendo por tanto éste, el lugar desde donde se exporta el producto y se satisface cualquier demanda que se origine en el País.

De esta manera, carece de sentido presentar los cuadros ST3, ST4, ST5, y ST6; siendo únicamente superavitaria la región XIII y las restantes deficitarias.

La demanda regional de superfosfato triple, se distribuye en términos porcentuales, de la siguiente manera, de acuerdo con datos proporcionados por Fertimex:

Región	I	0%
Región	II	3%
Región	III	11%
Región	IV	6%
Región	V	6%
Región	VI	6%
Región	VII	2%
Región	VIII	3%
Región	IX	22%
Región	X	19%
Región	XI	15%
Región	XII	1%
Región	XIII	4%
Región	XIV	3%

C. Efectos previsibles por demandas marginales de superfosfato triple.

Como antes se mencionó, el efecto que trae consigo un incremento en la demanda de este fertilizante en cualquier región, será una disminución en el volumen a exportar.

Por lo tanto, para la obtención del precio de cuenta de cada región, deben hacerse los cálculos de acuerdo con lo siguiente:

- Se dejarán de percibir los ingresos correspondientes a la exportación del producto en Pajaritos.
- Se anulará el transporte del producto desde la planta de Pajaritos hasta el barco.
- Se creará el transporte de Pajaritos al lugar de consumo.

Es decir, al precio FOB de Pajaritos, deben restarse los gastos de comercialización y transporte desde la planta al puerto y sumarse los gastos originados de la planta al lugar de consumo.

D. Precios indicativos del superfosfato triple a nivel internacional.

En el cuadro ST7, puede apreciarse que no se presentó durante el año de 1979 ninguna variación en el precio de superfosfato triple; esta cotización coincide con la de los Estados Unidos de América.

E. Precio de cuenta del superfosfato triple.

Los costos de comercialización y transporte, que deben considerarse de acuerdo con los resultados de la sección C, son:

De planta a puerto (pesos por tonelada).

Carga a transporte	22.93
Transporte a muelle	68.36
Descarga en muelle	22.93
Certificación de peso	11.82
Honorarios de agente aduanal	11.82
Maniobras de muelle a barco	117.67
TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS	<u>281.08</u>

De planta a almacén de centro comercial (pesos por -
tonelada).

Carga a transporte	22.93
Flete	
a) Pajaritos-Ensenada (3,600 km)	1,639.00
b) Pajaritos-Hermosillo (2,649 km)	1,239.58
c) Pajaritos-Culiacán (1,972 km)	955.24
d) Pajaritos-Colima (1,448 km)	735.16
e) Pajaritos-Parral (2,002 km)	967.84
f) Pajaritos-Cd. Victoria (1,086 km)	583.12
g) Pajaritos-Jalapa (388 km)	289.96
h) Pajaritos-San Luis Potosí (1,160 km)	614.20
i) Pajaritos-México (736 km)	436.12
j) Pajaritos-Guadalajara (1,326 km)	683.92
k) Pajaritos-Chilpancingo (989 km)	542.38
l) Pajaritos-Tuxtla (488 km)	331.96
m) Pajaritos-Mérida (808 km)	466.36
n) Pajaritos-La Paz ^{1/}	889.12
Seguro de transporte	10.65
Descarga a almacén	22.93
Almacenaje un mes	16.00

1/ Incluye:	Transporte Pajaritos-Salina Cruz (285 km)	246.70
	Descarga a muelle	22.93
	Carga a barco	90.52
	Flete marítimo	364.00
	Seguro de transporte marítimo	6.09
	Descarga a muelle	90.52
	Transporte a almacén	68.36

TOTAL + 10% DE ADMON. E IMPREVISTOS

(5)

Caso a.	<u>1,882.66</u>
Caso b	<u>1,443.30</u>
Caso c	<u>1,130.53</u>
Caso d	<u>888.44</u>
Caso e	<u>1,144.39</u>
Caso f.	<u>721.19</u>
Caso g	<u>398.72</u>
Caso h	<u>755.38</u>
Caso i	<u>559.49</u>
Caso j	<u>832.07</u>
Caso k	<u>676.38</u>
Caso l	<u>444.92</u>
Caso m	<u>592.76</u>
Caso n	<u>1,057.79</u>

De bodega de centro comercial a granja (pesos por tonelada).

Carga a transporte	22.93
Flete	68.36
Descarga	22.07
	(26)

En el cuadro ST8 se presenta el cálculo final del --
 precio de cuenta del superfosfato triple, de acuerdo con lo señalado en la sección C.

C U A D R O ST.1

BALANZA COMERCIAL DE SUPERFOSFATO TRIPLE A NIVEL NACIONAL.
(TONELADAS)

AÑO	PRODUCCION INTERNA	COMERCIO EXTERIOR	
		IMPORTACION	EXPORTACION
1973	229 790	-	98 697
1974	254 455	-	65 192
1975	242 614	-	3 150
1976	216 148	-	33 285
1977	272 079	-	98 615
1978	222 716	-	30 069
1979	186 442	-	63 467 <u>1/</u>

1/ Enero-junio de 1979.

FUENTE : Fertilizantes Mexicanos, S. A. y Anuario Estadístico de Comercio Exterior, C.G.E., S.P.P.

(2)

CUADRO ST7
 PRECIOS INDICATIVOS DEL SUPERFOSFATO
 TRIPLE A NIVEL INTERNACIONAL
 (PESOS POR TONELADA, CONSIDERANDO 22.75 PESOS POR DOLAR)

(79)

MES	PRECIO ^{1/}
Enero	2 958
Febrero	2 958
Marzo	2 958
Abril	2 958
Mayo	2 958
Junio	2 958
Julio	2 958
Agosto	2 958
Septiembre	2 958
Octubre	2 958
Noviembre	2 958
Diciembre	2 958
Promedio Anual	2 958

^{1/} FOB puertos de México en el Golfo

FUENTE: Mc Gram Hill Green Markets (Fertilizer Market Intelligence Weekly), Washington D.C. Vol. 3.

CUADRO ST8
 PRECIO DE CUENTA DEL SUPERFOSFATO TRIPLE POR REGIONES
 (PESOS POR TONELADA)

REGION	PRECIO FOB	GASTOS DE COMERCIALIZACION Y TRANSPORTE		PRECIO DE CUENTA EN GRANJA
		GENERADOS	ANULADOS	
I B. C. Sur	2 958	1 178	281	3 855
II B. C. Norte	2 958	2 003	281	4 680
III Nor-noroeste	2 958	1 563	281	4 240
IV Noroeste	2 958	1 250	281	3 927
V Pacífico centro	2 958	1 008	281	3 685
VI Norte-centro	2 958	1 264	281	3 941
VII Noreste	2 958	841	281	3 518
VIII Golfo Centro	2 958	519	281	3 196
IX Centro Norte	2 958	875	281	3 552
X Centro	2 958	679	281	3 356
XI Occidente	2 958	952	281	3 629
XII Sur	2 958	796	281	3 473
XIII Istmo	2 958	565	281	3 242
XIV Península	2 958	713	281	3 390



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LA EVALUACION DE INVERSIONES: UN ENFOQUE PROSPECTIVO

Ing. Reyes Juárez del Angel

SEPTIEMBRE, 1984

Resumen

En este trabajo se expone un enfoque general prospectivo para evaluar proyectos de inversión bajo incertidumbre, encaminado a la determinación de la varianza del VPN. Se apoya en ciertas medidas que cuantifican la variabilidad de los beneficios netos marginales y sus relaciones de interdependencia estocástica. Asimismo, se propone y discute un modelo sistematizado para evaluar estocásticamente, en términos prospectivos, proyectos escameros en el sector pesquero, incorporando variantes para ampliar el panorama *ex-ante* en la toma de decisiones.

1. Introducción

El problema fundamental del análisis de inversiones, que es enfrentado a menudo por los responsables de la toma de decisiones en entidades de los sectores público y privado, consiste básicamente en la identificación de la *mejor* alternativa de inversión entre un grupo de contendientes. La identificación de esa alternativa, *a priori*, producirá los mejores resultados en las instituciones involucradas en el proceso decisonal.

En el análisis de inversiones conceptualizadas bajo el enfoque anteriormente expuesto pueden distinguirse 4 etapas básicas [1] :

1. Identificación de la necesidad y oportunidad de inversión
2. Formulación de cursos alternativos de acción

3. Evaluación de los cursos de acción formulados, y
4. Selección de una o varias alternativas de inversión

En particular, por lo que respecta a la fase de *evaluación*, el problema puede abordarse desde un punto de vista *probabilístico* o *determinístico*, según sean incorporadas variables aleatorias o no dentro del análisis.

Resulta evidente, no obstante, que las variables que intervienen en el análisis de proyectos de inversión son aleatorias en mayor o menor grado, por lo que resulta conveniente y necesario acudir a la búsqueda de enfoques *formales* y *prácticos* que tomen en cuenta la incertidumbre asociada a las variables significativas, así como las relaciones de interdependencia entre las mismas.

Existen diversos métodos para atacar el problema en cuestión, diseñados en su mayoría para determinar la función de densidad de uno de los principales indicadores de evaluación de un proyecto: el Valor Presente Neto (VPN) [2]. Con base en *principios* involucrados en el enfoque pionero de *primer orden* [3], [4], la metodología propuesta en este trabajo, útil además de formal, se enmarca en el ámbito de la planeación prospectiva, constituyendo, en síntesis, un análisis de sensibilidad de tasas de descuento y coeficientes de variación que permiten *prever* y *concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis.

La metodología propuesta puede emplearse tanto para la evaluación financiera de proyectos como la económica, con la introducción apropiada de los precios

sombra que deberían castigar o favorecer a las inversiones en este último caso.

2. Descripción General del Modelo

El modelo propuesto se apoya en los siguientes principios:

- a. El valor esperado, $E[\cdot]$, de las variables aleatorias se define por las estimaciones medias correspondientes al caso determinístico.
- b. La incertidumbre de las variables se introduce a través de rangos en sus variancias ($\text{Var}[\cdot]$) o en sus coeficientes de variación ($\sigma[\cdot]$) y sus coeficientes de correlación ($\rho[\cdot, \cdot]$).

Para efectos de ilustrar el desarrollo del modelo utilizado es conveniente recordar la expresión para el cálculo del Valor Presente Neto de un proyecto

P_j , $\text{VPN}(P_j)$:

$$\text{VPN}(P_j) = \sum_{t=0}^{m_j} b_{tj} (1 + r_j)^{-t}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

donde:

b_{tj} = beneficio neto marginal (financiero o económico) en el año t de P_j ¹

1 Los beneficios netos marginales son obtenidos por comparación de las situaciones con y sin el proyecto.

r_j = tasa de descuento anual de P_j

n_j = número de años del período de evaluación de P_j

n = número de proyectos

Si en la expresión anterior se considera como variables aleatorias a los *beneficios netos marginales* (las b_{tj} 's) y a las tasas de descuento (las r_j 's) como constantes, las expresiones resultantes para el cálculo del valor esperado de P_j ($E\{VPN(P_j)\}$) y la varianza de P_j ($Var\{VPN(P_j)\}$) -las cuales no requieren de aproximaciones para su determinación- son las siguientes:

$$E\{VPN(P_j)\} = \sum_{t=0}^{n_j} E\{b_{tj}\} (1 + r_j)^{-t}, \quad j = 1, 2, \dots, n, \text{ y}$$

$$Var\{VPN(P_j)\} = Var\left\{ \sum_{t=0}^{n_j} b_{tj} (1 + r_j)^{-t} \right\} = \sum_{t=0}^{n_j} Var\{b_{tj}\} (1 + r_j)^{-2t} +$$

$$+ 2 \sum_{t=0}^{n_j} \sum_{i=t+1}^{n_j} Cov\{b_{tj}, b_{ij}\} (1 + r_j)^{-(t+i)}, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

donde: $Cov\{b_{tj}, b_{ij}\}$ = covarianza de los beneficios netos marginales en los años "t" e "i" de P_j .

Esto es:

$$Cov\{b_{tj}, b_{ij}\} = \rho_{b_{tj}, b_{ij}} \sigma_{b_{tj}} \sigma_{b_{ij}} = \rho_{b_{tj}, b_{ij}} \nu_{b_{tj}} \nu_{b_{ij}} E\{b_{tj}\} E\{b_{ij}\}$$

donde:

$\rho_{b_{tj}, b_{ij}}$ = coeficiente de correlación entre los beneficios netos marginales de los años "t" e "i" de P_j , y

$\nu_{b_{tj}}$ = coeficiente de variación del beneficio neto marginal en el período i de P_j ($\text{Var}^{1/2}\{\cdot\} = \sigma(\cdot)$)

Finalmente si en la expresión derivada anteriormente para $\text{Var}\{\text{VPN}(P_j)\}$ se supone $\nu_{b_{tj}} = \nu_{b_{ij}} = \nu$, $\forall t$ e i , y utilizando la equivalencia mostrada para $\text{Cov}(b_{tj}, b_{ij})$; se obtiene:

$$\text{Var}\{\text{VPN}(P_j)\} = \nu^2 \left\{ \sum_{t=0}^{n_j} E^2\{b_{tj}\} (1+r_j)^{-2t} + 2 \sum_{t=0}^{n_j} \sum_{i=t+1}^{n_j} \rho_{b_{tj}, b_{ij}} E\{b_{tj}\} E\{b_{ij}\} (1+r_j)^{-(t+i)} \right\},$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

A partir de las expresiones precedentes, es posible calcular, para cada uno de los proyectos de inversión propuestos, el valor esperado correspondiente y la varianza del mismo, dependiendo de los beneficios netos esperados, los coeficientes de variación y correlación, y de la tasa de descuento adoptada. Asimismo, variaciones introducidas en los parámetros anteriores permiten realizar análisis de sensibilidad sobre la incertidumbre asociada a cada uno de los proyectos y definir posteriormente criterios de aceptación y rechazo de los mismos.

Es importante hacer observar que la función que desempeñan los coeficientes de variación y correlación se direcciona hacia la determinación de *cotas de variación* en las variables básicas que definen y determinan los beneficios netos marginales en cada uno de los proyectos de inversión, con el objeto de que, *bajo los mismos valores esperados de dichos beneficios*, sea minimizado el riesgo de que el VPN real (a posteriori) resulte negativo. Las variables básicas tendrán que estar relacionadas con la inversión requerida, los ingresos y egresos de operación, y en este sentido lo que se pretende es *normar* acciones para que las hipótesis de productividad que se hayan supuesto en el proyecto no solo se cumplan en valor esperado, sino también en relación a su "no ocurrencia" en términos de variaciones bruscas.

Una forma alternativa para la aplicación del método es la de referir la incertidumbre a los componentes de los beneficios netos. En algunos casos, cuando la desagregación de dichos beneficios se desee llevar a un alto nivel de detalle es recomendable la utilización del previamente mencionado enfoque de primer orden, bajo el cual se aproximan las expresiones de $E\{VPN(P_j)\}$ y $Var\{VPN(P_j)\}$ mediante desarrollos de series de Taylor, eliminando los términos de segundo orden y superiores. Lo anterior debido fundamentalmente a que el tratamiento probabilístico exacto resulta ser muy complejo y, frecuentemente, no soluble.

1 Un ejemplo de la aplicación del método propuesto desagregando algunas de las componentes de los beneficios netos se presenta en la Sección 3 y corresponde a un desarrollo general para la evaluación bajo incertidumbre de proyectos pesqueros.

Regiones de Aceptación y Rechazo de Proyectos de Inversión

A partir de los valores resultantes para $E\{VPN(P_j)\}$ y $Var\{VPN(P_j)\}$ de cada uno de los proyectos de inversión, pueden definirse regiones de aceptación o rechazo, tomando en cuenta las consideraciones que se presentan a continuación:

- a. Dado que el VPN de un proyecto de inversión es una suma de variables aleatorias $(VPN(P_j) = \sum_{t=0}^{n_j} b_{tj}(1+r_j)^{-t})$, es razonablemente cierto suponer que, de acuerdo al Teorema del Límite Central, su función de densidad sigue muy de cerca un comportamiento probabilístico de tipo normal [5].
- b. De lo anterior se pueden derivar criterios de aceptación o rechazo de proyectos y visualizarse en un sistema de ejes coordenados a través de rectas de la forma $E[VPN] - \beta_k \sigma[VPN] = 0$ para diferentes valores del parámetro β_k , siendo éste el fractil k-ésimo de la distribución normal estándar. Dichas rectas establecen una partición del espacio cartesiano, generando regiones de aceptación (a su derecha) y rechazo (a su izquierda) bajo distintos niveles de confianza de la hipótesis $H_0: VPN_{real} \text{ (a posteriori)} > 0$, delimitadas por los rangos de las tasas de descuento y coeficientes de variación considerados.

Con el propósito de ilustrar las ideas anteriores, la Figura 1 presenta los resultados del análisis de sensibilidad de la evaluación bajo incertidumbre de un proyecto seleccionado para el ejercicio. En la figura mencionada los valores a la derecha (o por debajo) de la recta en las áreas sombreadas para

$\sigma[\text{VPN}]$
Millones de Pesos

NIVELES DE CONFIANZA PARA LA ACEPTACION DE LA HIPOTESIS: $\text{VPN} > 0$

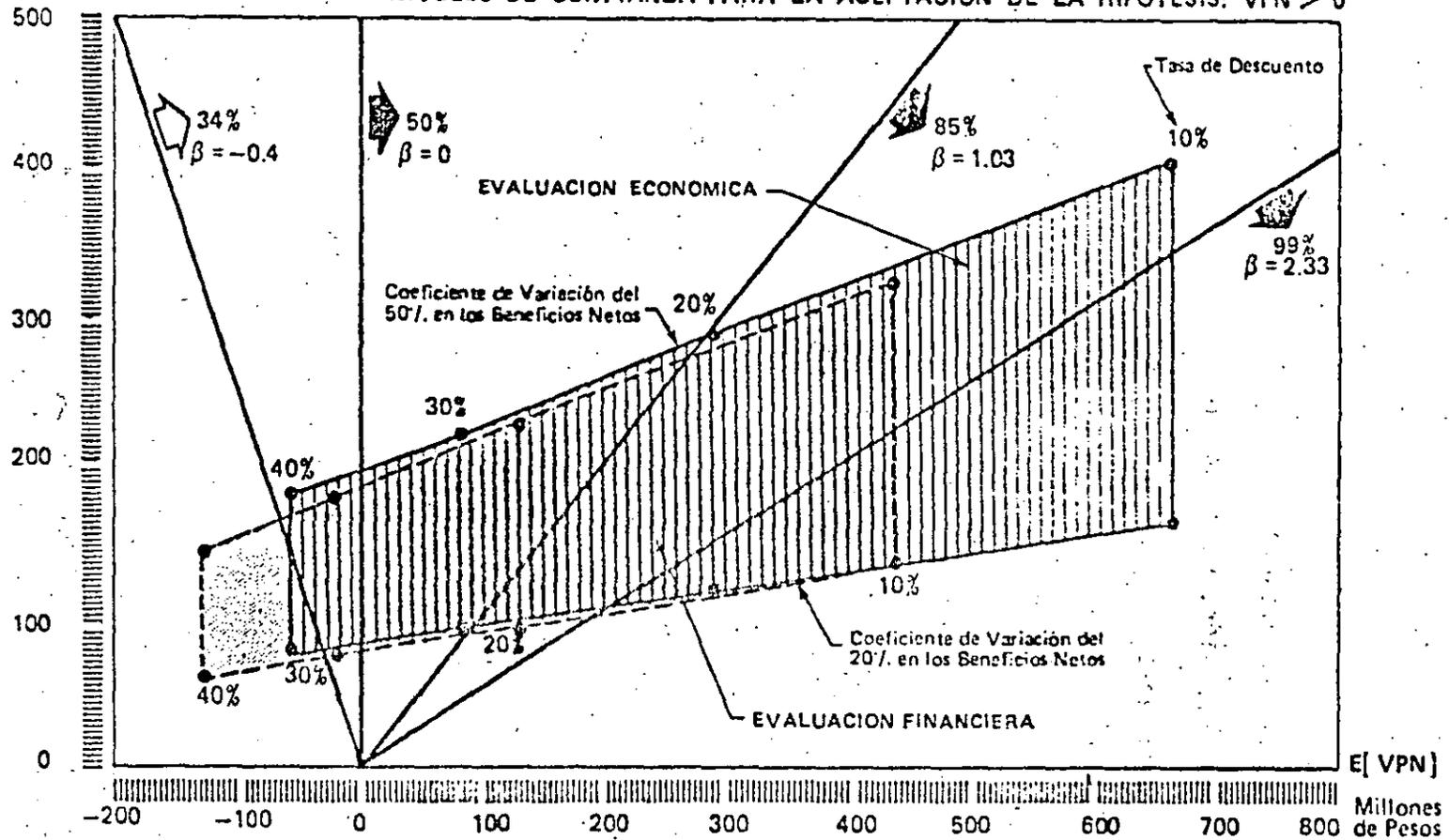


FIG. 1 REGIONES DE ACEPTACION Y RECHAZO DE PROYECTOS DE INVERSION

$\beta = 2.33$ representan una confiabilidad superior al 99% de que el VPN real de la implantación del proyecto (ex-post) resulte positivo (es decir, menos de una posibilidad en 100 de que el proyecto fracase)¹.

De manera similar, las rectas ilustradas para $\beta = -0.40$ y $\beta = 0$ definen las regiones de aceptación o rechazo sobre las áreas sombreadas, asociadas a niveles de confianza del 34 y del 50%, respectivamente.

El ejemplo presentado ilustra también los resultados para diferentes tasas de descuento (del 10 al 40%) y para una franja entre el 20 y 50% sobre los coeficientes de variación en los beneficios netos. Se indican también dos grandes bloques, que corresponden a la evaluación financiera y a la evaluación económica.

3. Un Modelo General para la Evaluación Bajo Condiciones de Incertidumbre de Proyectos de Escama en el Sector Pesquero

En esta sección se discute un modelo de evaluación propuesto para proyectos de escama en el sector pesquero, a partir del modelo general bajo condiciones de incertidumbre expuesto en la Sección 2 de este trabajo [6]. El modelo

¹ Esto es, dado que $Z = [VPN(P_j) - E\{VPN(P_j)\}] / \sigma\{VPN(P_j)\}$, donde $Z \sim N(0,1)$, la probabilidad de que el $VPN(P_j)$ resulte negativo está dada por:

$$P\{VPN(P_j) < 0\} = P\{Z < - E\{VPN(P_j)\} / \sigma\{VPN(P_j)\}$$

incorpora variantes de tipo probabilístico que, si bien son muy demandantes por lo que respecta a la información requerida y a la normalmente disponible, abren un panorama interesante para efectos de toma de decisiones y, por lo tanto, importante en términos de impulsar su materialización sistematizada.

Sean:

V_t = cantidad total de especies de escama a procesar en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$

P_{it} = probabilidad de encontrar la especie de escama i en V_t , $i = 1, 2, \dots, m$
 $(\sum_{i=1}^m P_{it} = 1, t = 1, 2, \dots, n)$

d_{ikt} = % de la especie de escama i destinada al proceso industrial k en el año t , $k = 1, 2, \dots, \ell$
 $(\sum_{i=1}^m \sum_{k=1}^{\ell} d_{ikt} = 1, t = 1, 2, \dots, n)$

c_{ikt} = costo total de operación de la especie de escama i después de pasar por el proceso k en el año t , $t = 1, 2, \dots, n$

z_{ikt} = precio de venta de la especie de escama i después de pasar por el proceso k en el año $t = 1, 2, \dots, n$

r_{kt} = rendimiento operacional esperado del proceso k en el año t ,
 $t = 1, 2, \dots, n$ ($0 \leq r_{kt} \leq 1$).

En cualquier año t , el ingreso total de procesar una cantidad V_t de especies de escama, I_t , está dado por:

$$I_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{ikt} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por su parte, el costo total correspondiente de procesar la misma cantidad V_t , C_t , está dado por:

$$C_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{it} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

Por consiguiente, el beneficio neto en cualquier año t está dado por $b_t = I_t - C_t$:

$$b_t = V_t \left[\sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m p_{ikt} d_{ikt} r_{kt} z_{ikt} - \sum_{k=1}^{\ell} \sum_{i=1}^m c_{ikt} p_{it} \right], \quad t = 1, 2, \dots, n$$

La expresión de b_t puede escribirse en forma sintética utilizando la siguiente notación matricial:

$$b_t = V_t P_t Y_t^T, \quad t = 1, 2, \dots, n,$$

donde:

$V_t = (V_t)$ es un escalar, $t = 1, 2, \dots, n$

$P_t = (P_{jt})$ es un vector de $1 \times m$, $j = 1, 2, \dots, m$, $t = 1, 2, \dots, n$

$Y_t^T = (y_{jt})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jt} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jit} r_{it} z_{jit} - c_{jit}$,
 $t = 1, 2, \dots, n$ $j = 1, 2, \dots, m$,

A partir de lo anterior, el VPN del proyecto de la planta de escama con ubicación espacial u , $VPN(P_u)$, e inversión inicial I_{ou} , estaría dado por:

$$VPN(P_u) = \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} - I_{ou}, u \in A = \text{conjunto de ubicaciones espaciales bajo consideración}$$

donde:

V_{tu} = cantidad de especies de escama a procesar en el año t en la planta u ,
 $u \in A$

$P_{tu} = (P_{jtu})$ es un vector de $1 \times m$ que contiene las probabilidades de encontrar la especie de escama j en una cantidad V_t en la localidad espacial u^1 ,
 $u \in A$

1 En cualquier localización espacial u , la probabilidad de encontrar la especie de escama, j , P_{uj} , en una cantidad dada de captura V_t que podría ser obtenida de w regiones circundantes, está determinada por:

$$P_{uj} = \sum_{i=1}^w P_u(j/i) P_u(i), j = 1, 2, \dots, m \text{ y } u \in A$$

donde:

$P_u(j/i)$ = probabilidad de encontrar la especie j dado que procede de la región i .

$P_u(i)$ = verosimilitud de la importancia de la región i en la ubicación espacial u

$$\sum_{j=1}^m P_{uj} = 1, P_{uj} \geq 0; \quad \sum_{i=1}^w P_u(i) = 1, P_u(i) \geq 0$$

$Y_{tu}^T = (y_{jtu})$ es un vector de $m \times 1$, con $y_{jtu} = \sum_{i=1}^{\ell} d_{jitu} r_{itu} z_{jitu} - c_{jitu}$
 (d_{jitu} , r_{itu} , z_{jitu} y c_{jitu} definidas igual que d_{jit} , r_{it} , z_{jit} y c_{jit} ,
 respectivamente, pero en relación a la localización espacial u)

r_u = tasa de descuento anual para la planta de escama ubicada en u , $u \in A$

En base a la notación de $VPN(P_u)$, se procede a analizar el tratamiento probabilístico correspondiente.

Si, a diferencia del modelo de evaluación bajo incertidumbre de la Sección 2, se considera a las V_t 's como variables aleatorias y tanto las tasas de descuento (las r_u 's) como P_{tu} , Y_{tu} el I_{ou} permanecen constantes, las expresiones que resultan para $E\{VPN(P_u)\}$ y $Var\{VPN(P_u)\}$ son las siguientes:

$$E\{VPN(P_u)\} = \sum_{t=1}^{n_u} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} E\{V_{tu}\} - I_{ou}, u \in A$$

$$Var\{VPN(P_u)\} = Var\left\{ \sum_{t=1}^{n_u} V_{tu} P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} \right\}$$

$$= \sum_{t=1}^{n_u} Var\{V_{tu}\} (P_{tu} Y_{tu}^T)^2 (1 + r_u)^{-2t} +$$

$$+ 2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=1+1}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T) (P_{iu} Y_{iu}^T) Cov\{V_{tu}, V_{iu}\} (1 + r_u)^{-(t+i)},$$

$u \in A.$

donde:

$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\}$ = covarianza de las cantidades de proceso en los años "t" e "i" de P_u

Esto es:

$$Cov\{V_{tu}, V_{iu}\} = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \sigma_{V_{tu}} \sigma_{V_{iu}} = \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \sigma_{V_{tu}} \sigma_{V_{iu}} \{E V_{tu}\} E\{V_{iu}\},$$

donde:

$\rho_{V_{tu}, V_{iu}}$ = coeficiente de correlación de las cantidades de proceso en los años "t" e "i" de P_u , y

$\nu_{V_{tu}}$ = coeficiente de variación del volumen de proceso en el año T de P_u ($Var^{1/2} \{ \cdot \} = \sigma(\cdot)$)

Uniformizando a un mismo nivel los coeficiente de variación (ν) de las cantidades de proceso y utilizando la equivalencia mostrada para $Cov\{V_{tu}, V_{iu}\}$, la expresión resultante para $Var\{VPN(P_u)\}$ es la siguiente:

$$Var\{VPN(P_u)\} = \nu^2 \left[P_{tu} Y_{tu}^T (1 + r_u)^{-t} \right]^2 E^2\{V_{tu}\} + \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} (P_{tu} Y_{tu}^T) (P_{iu} Y_{iu}^T) (1 + r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{iu}} \{E\{V_{tu}\} E\{V_{iu}\}\},$$

$u \in A$

La utilización de las expresiones derivadas para $E\{VPN(P_u)\}$ y $Var\{VPN(P_u)\}$ permite dar respuesta a cuestionantes del tipo "qué pasa si" se tuvieren variaciones bruscas en la composición final de los porcentajes de producción de cada proceso, que se ve influenciada determinantemente por la mezcla inicial de especies a procesar.

Si se denota por $E\{VPN(P_{uj})\}$ al valor del $VPN(P_u)$, considerando que la totalidad de la producción surge del proceso j -ésimo, $j = 1, 2, \dots, \ell$, puede definirse el *Valor Esperado del VPN Múltiple* de P_u , $E\{VPN_M(P_u)\}$, como se indica a continuación:

$$E\{VPN_M(P_u)\} = \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j E\{VPN(P_{uj})\} =$$

$$= \left[\sum_{t=1}^{n_u} \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right] (1 + r_u)^{-t} - I_{ou}$$

donde $\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j = 1$, $\alpha_j \geq 0$

La $Var\{VPN_M(P_u)\}$, asimismo, podría escribirse como sigue:

$$Var\{VPN_M(P_u)\} = \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right]^2 (1 + r_u)^{-2t} E^2\{V_{tu}\} +$$

$$+ 2 \sum_{t=1}^{n_u} \sum_{i=t+1}^{n_u} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{tju} Y_{tju}^T \right) \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{iju} Y_{iju}^T \right) (1 + r_u)^{-(i+t)} \rho_{V_{tu}, V_{ju}} E\{V_{tu}\} E\{V_{ju}\},$$

$u \in A$

Si ahora en la expresión anterior se uniformizan a un mismo nivel tanto las cantidades anuales de captura ($V_{tu} = V_u$, $t = 1, 2, \dots, n_u$) como las expresiones correspondientes a P_{tuj} y Y_{tuj}^T ($P_{tuj} = P_{uj}$ y $Y_{tuj}^T = Y_{uj}^T$, $t = 1, 2, \dots, n_u$), además de suponer independencia entre las cantidades anuales de captura, la nueva ecuación simplificada para $\text{Var}\{\text{VPN}_M(P_u)\}$ es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Var}\{\text{VPN}_M(P_u)\} &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{uj} Y_{uj}^T \right]^2 (1 + r_u)^{-2t} E^2\{V_u\} \\ &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j P_{uj} Y_{uj}^T E\{V_u\} \right)^2 \right] \\ &= \nu^2 \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right)^2 \right] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Consecuentemente, } \sigma\{\text{VPN}_M(P_u)\} &= \left(\nu \sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right) \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \right]^{1/2} = \\ &= \nu \underline{b}_u \left[\sum_{t=1}^{n_u} (1 + r_u)^{-2t} \right]^{1/2}, \end{aligned}$$

donde \underline{b}_u = beneficio marginal neto múltiple durante el período de planeación

$$\left(\sum_{j=1}^{\ell} \alpha_j b_{ju} \right) = \underline{b}_u$$

Asimismo, se tiene que $E\{\text{VPN}_M(P_u)\} = -I_{ou} + \sum_{t=1}^{n_u} \underline{b}_u (1 + r_u)^{-t}$, por lo que, finalmente, la expresión para $\sigma\{\text{VPN}_M(P_u)\}$ se puede sintetizar como:

$$\sigma\{VPN_M(P_U)\} = \left\{ \begin{array}{l} k\{E\{VPN_M(P_U)\} + I_{ou}\} \nu, \quad \underline{b}_U \geq 0, \\ -k\{E\{VPN_M(P_U)\} + I_{ou}\} \nu, \quad \underline{b}_U < 0, \end{array} \right.$$

$$\text{donde } k = \frac{\sum_{t=1}^{n_U} (1 + r_U)^{-2t})^{1/2}}{\sum_{t=1}^{n_U} (1 + r_U)^{-t}}$$

que representa la ecuación de rectas con pendiente $k\nu$ y ordenada al origen $k\nu I_{ou}$ en un espacio cartesiano $[E\{VPN_M(P_U)\}, \sigma\{VPN_M(P_U)\}]$, con $\sigma\{VPN_M(P_U)\} > 0$.

Un resultado particularmente interesante que deriva de lo anterior es el referente al coeficiente de variación del $VPN_M(P_U)$, δ ; esto es:

$$\delta = \frac{\sigma\{VPN_M(P_U)\}}{E\{VPN_M(P_U)\}} = \frac{k\nu [E\{VPN_M(P_U)\} + I_{ou}]}{E\{VPN_M(P_U)\}} = \Delta \cdot k\nu = z\nu,$$

donde $\Delta = (1 + I_{ou}/E\{VPN_M(P_U)\})$. Esto implica que, bajo las hipótesis iniciales presentadas, un coeficiente de variación ν en las cantidades anuales de captura repercute en z veces sobre la variación del $VPN_M(P_U)$.

Los conceptos anteriores pueden trasladarse al espacio cartesiano $[E\{VPN_M(P_U)\}, \sigma\{VPN(P_U)\}]$ y, utilizando como extremos las coordenadas de los puntos que corresponden a $\min_j E\{VPN(P_{Uj})\}$ (que implica que toda la "producción" de la planta ha sido obtenida mediante el proceso de menor rendimiento operacional) y $\max_j E\{VPN(P_{Uj})\}$ ¹, $j = 1, 2, \dots$, se genera el conjunto de posibilidades para cualquier combinación de ponderaciones α_j , dados el coeficiente de variación de las cantidades de proceso y la tasa de descuento adoptada. Las regiones y el criterio de aceptación o rechazo se enmarcan en el mismo contexto de lo expuesto en la Sección 2 y un ejemplo ilustrativo a este respecto se indica en la Figura 2 y Tabla 1.

En particular, la Tabla 1 muestra los resultados obtenidos en la evaluación de un proyecto seleccionado, tanto para el caso financiero como económico, para coeficientes de variación de 20 y 50% en las cantidades anuales de captura y a una tasa de descuento del 20%. Se indican 3 tipos de procesos: *filetes* (de mayor rendimiento operacional), *frescos - enhielados* y *enteros - congelados* (menor rendimiento operacional). El punto $F(0.40, 0.40, 0.20)$ en la evaluación financiera, es decir $\alpha_1 = 0.4$, $\alpha_2 = 0.40$ y $\alpha_3 = 0.20$ ², presenta un valor esperado de 369.7 millones de pesos y desviaciones estándar entre 58 y 145 millones, dependiendo del coeficiente de variación.

- 1 De igual forma, este punto corresponde al caso en que la totalidad de la producción se realiza mediante el proceso de mayor rendimiento.
- 2 Esto significa que del volumen total de materia prima a procesar el 40% será destinado al proceso de fileteado, el 40% se comercializará en la forma de frescos - enhielados y el 20% restante corresponderá a especies a venderse como enteros - congelados.

$\sigma[VPN(P_{Uj})]$

Niveles de Confianza para la Aceptación de la Hipótesis: $VPN_M(P_U) > 0$

$\bar{\alpha}_k = (1, 0, 0, 0, \dots, 0)$

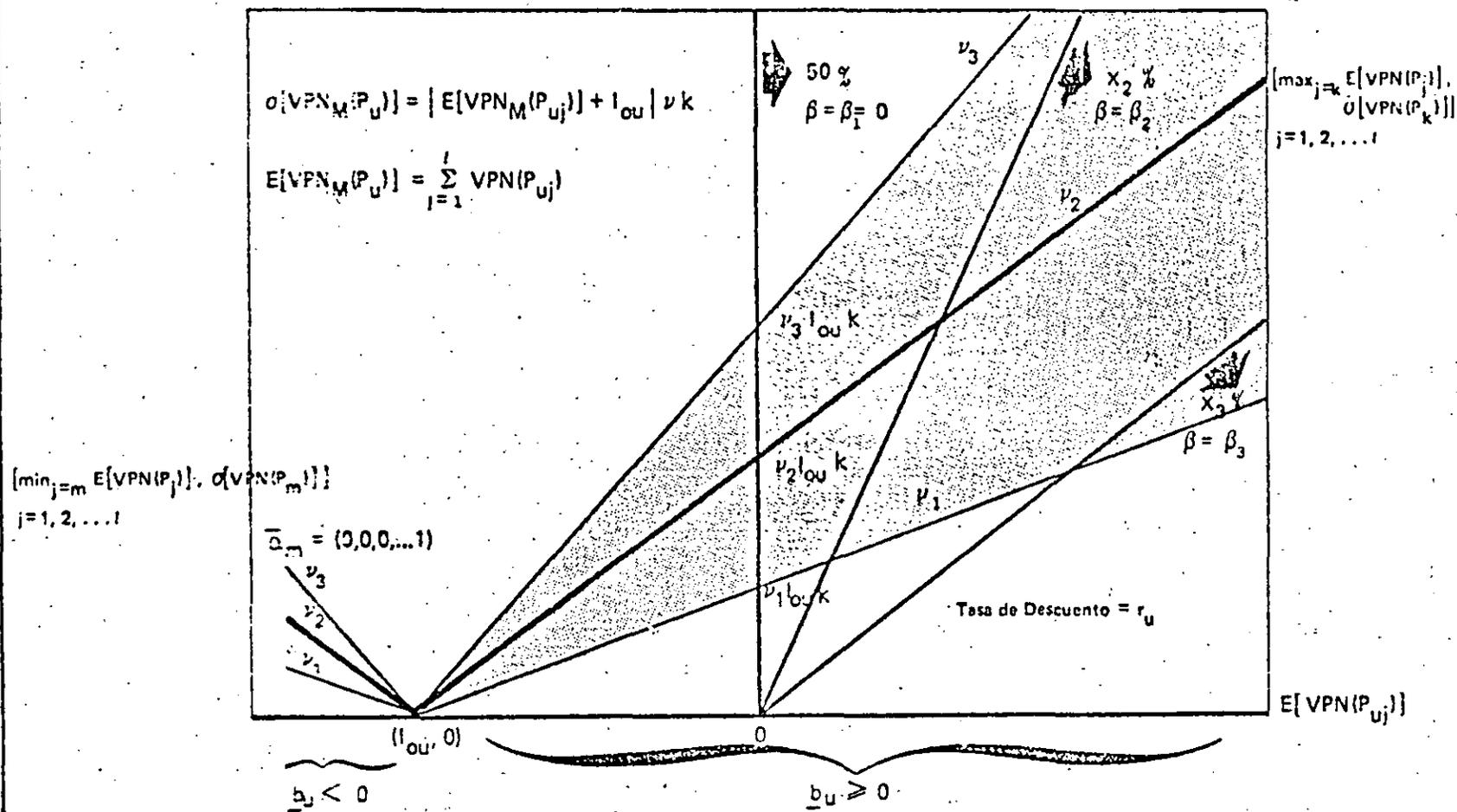


FIG. 2 EVALUACION BAJO INCERTIDUMBRE CON VARIACIONES EN LA COMPOSICION DE LA PRODUCCION

CASO	NIVEL DE PRODUCCION	INGRESO ¹	COSTO ¹	BENEFICIO ¹	E[VPN _M (P _U)] ^{1,2}	$\sigma[VPN_M(P_U)]^{1,2}$	
						$\nu = 0.2$	$\nu = 0.5$
Financiero	Solo Filetes A(1,0,0)	816.7	511.9	304.8	770.9	90.7	226.8
	Solo Frescos B(0,1,0)	641.7	511.9	129.8	37.2	38.6	96.5
	Solo Enteros C(0,0,1)	616.7	511.9	104.8	-67.6	31.2	78.0
	CASO BASE D(0.20,0.35,0.45)	665.5	511.9	153.6	137.0	45.7	114.3
	E(0.50,0.50,0)	729.2	511.9	217.3	404.0	64.7	161.7
	F(0.40,0.40,0.20)	706.7	511.9	194.8	309.7	58.0	144.9
Económico	Solo Filetes A'(1,0,0)	816.7	473.5	343.2	923.9	102.1	255.4
	Solo Frescos B'(0,1,0)	641.7	473.5	168.2	190.2	50.0	125.1
	Solo Enteros C'(0,0,1)	616.7	473.5	143.2	85.4	42.6	106.6
	CASO BASE D'(0.20,0.35,0.45)	665.5	473.5	192.0	289.8	57.1	142.8
	E'(0.50,0.50,0)	729.2	473.5	255.7	557.0	76.1	190.2
	F'(0.40,0.40,0.20)	706.7	473.5	233.2	462.7	69.4	173.5

Nota: Las inversiones requeridas son de 507 y 515 millones de pesos para el caso financiero y económico, respectivamente.

1: Millones de pesos

2: a una tasa de descuento del 20%

TABLA 1 RESULTADOS DE LA EVALUACION BAJO INCERTIDUMBRE CON VARIACIONES EN LA COMPOSICION DE LA PRODUCCION

4. Conclusiones

En este trabajo se ha expuesto un enfoque general prospectivo para evaluar proyectos de inversión bajo incertidumbre, encaminado a la determinación de la varianza del VPN. La única información que se requiere para conformar el elemento probabilístico de apoyo son ciertas medidas en la variabilidad de los beneficios netos marginales y sus relaciones de interdependencia estocástica. La variabilidad de los beneficios netos marginales es introducida a través de *coeficientes de variación* y las relaciones de interdependencia entre dichos beneficios por medio de *coeficientes de correlación*.

Es necesario enfatizar que la metodología utilizada, apoyada en principios involucrados en el enfoque de primer orden, proporciona *soluciones exactas* al problema en cuestión. Enmarcada en el ámbito de la planeación prospectiva, se constituye en un valioso análisis de sensibilidad de tasas de descuento y coeficientes de variación que permiten *prever y concertar* acciones a futuro para minimizar riesgos ante determinadas hipótesis. Dichos coeficientes de variación y correlación, *direcciones* la determinación de *cotas de variación* en las variables básicas que definen los beneficios netos marginales de proyectos de inversión, con el objeto de que, bajo los mismos *valores esperados* de los beneficios, sea minimizado el riesgo de que el VPN del proyecto resulte negativo.

Asimismo, apoyándose en el modelo general se particulariza en un modelo sistematizado para evaluar proyectos de escama en el sector pesquero que

incorpora variantes que amplian el panorama de la evaluación para efectos de toma de decisiones. Específicamente evalúa las repercusiones que tendrían sobre la rentabilidad del proyecto, variaciones bruscas en la composición de la producción y su sensibilidad sobre los diferentes procesos involucrados.

5. Referencias

1. Ochoa F., *Estructura del Problema de Selección Óptima de Inversiones*, FOA Consultores, S.C., 1974.
2. Hillier, F.S., *The Derivation of Probabilistic Information for the Evaluation of Risky Investments*, *Mgmt. SCI.* 9, 443 - 447, 1963.
3. Cornell, C.A., *First Order Analysis of Model and Parameter Uncertainty*, International Symposium on Uncertainties in Hydrologic and Water Resource Systems, Universidad de Arizona, Tucson, Arizona, 1972.
4. Díaz Padilla, J. *Análisis de Inversiones Bajo Condiciones de Incertidumbre*, XIV Convención Nacional de IMIQ, Guadalajara, Jalisco, 1974.
5. Mood, M., Graybill, F., and Duane, C., *Introduction to the Theory of Statistics*, McGraw-Hill, Inc., 1950.
6. Juárez Del A., R. *La Evaluación y Selección de Proyectos de Inversión: Una Aplicación en el Subsector Pesquero*, Tema presentado para Examen de Grado (Maestría), Facultad de Ingeniería, UNAM, 1982.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

**COMPLEMENTO AL DOCUMENTO:
PROYECTOS INDUSTRIALES**

M. EN I. ALEJANDRO BARRIOS TÉLLEZ

SEPTIEMBRE, 1984

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
1. INCREMENTO NETO EN MONEDA EXTRANJERA DISPONIBLE						296.46	543.46	709.20	776.07	799.64
1a. Ventas internas a precios del tipo de cambio de importación						163.83	204.69	284.34	348.44	417.11
1b. Exportaciones						132.63	338.77	424.86	427.63	382.53
2. BENEFICIOS INDIRECTOS						16.62	-16.62	16.62	16.62	16.62
2a. Servicios Sociales y de Urbanización						4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
2b. Beneficio de otros trabajos de infraestructura						12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
3. COSTOS DE CONSTRUCCION	78.88	380.72	616.43	527.24	267.40					
3a. Materiales de importación	30.86	223.78	385.21	313.77	145.59					
3b. Personal extranjero	0.56	2.44	9.81	4.11	2.41					
3c. Materiales nacionales	27.35	109.68	168.25	139.85	99.65					
3d. Personal nacional calificado	4.37	11.71	17.08	55.57	16.78					
3e. Mano de obra nacional no calificada	15.74	33.13	36.08	13.78	3.97					
4. COSTOS DE PRODUCCION Y OPERACION						297.49	415.40	465.73	453.21	451.91
4a. Materiales de importación						82.12	132.94	157.02	152.83	152.83
4b. Personal extranjero y asist. técnica						1.40	1.30	1.00	0.70	0.40
4c. Gastos de venta en el extranjero						2.66	6.79	8.50	8.55	7.65
4d. Materiales nacionales (total)						163.59	206.00	229.01	222.68	224.35
4d1. Materia prima 1						56.45	92.01	108.99	106.35	106.35
4d2. Materia prima 3						3.01	4.90	5.81	5.66	5.66
4d3. Energía Eléctrica						2.76	3.87	4.41	4.26	4.26
4d4. Otros materiales nacionales						101.37	105.22	109.80	106.41	108.08
4e. Personal nacional calificado						20.45	29.21	33.83	33.38	33.55
4f. Mano de obra nacional calificada						16.59	23.20	26.45	25.56	25.56
4g. Mano de obra nacional no calificada						6.22	8.70	9.92	9.59	9.59
5. PRESTAMOS DE BANCOS EXTRANJEROS	20.59	150.37	256.84	215.35	103.60					
6. PAGO DE FINANCIAMIENTO A BANCOS EXTRANJEROS	7.01	19.23	39.93	67.09	65.22	139.75	133.25	126.74	120.23	113.72
7. COSTOS DE REEMPLAZO DEL EQUIPO MOBIL										
8. VALOR DE RESCATE Y CAPITAL DE TRABAJO										
8a. Componente del tipo de cambio										
8b. Componentes domésticos										
TRANSFERENCIAS										
9. CREDITOS DE INVERSION DE BANCOS NACIONALES	10.83	75.85	138.18	102.69	44.40					
10. PAGO DE LA DEUDA A BANCOS NACIONALES	2.55	20.73	51.68	74.27	61.51	84.83	77.16	60.17	37.05	18.52
11. CARGOS FINANCIEROS DEL CAPITAL	8.84	15.72	19.82	20.82	21.05	21.29	21.55	21.55	21.55	21.55
12. ADQUISICION DEL TERRENO.	0.24									
13. PAGO DE RENTAS						1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

1 Millones de dólares

TABLA 15. FLUJO DE RECURSOS PARA EL PROYECTO¹

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
1. INCREMENTO NETO EN MONEDA EXTRANJERA DISPONIBLE	824.90	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98	850.98
1a. Ventas internas a precios del tipo de cambio de importación	490.70	566.74	566.74	566.74	566.74	566.74	566.94	566.94	566.94	566.94	566.94
1b. Exportaciones	334.20	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24	284.24
2. BENEFICIOS INDIRECTOS	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62	16.62
2a. Servicios Sociales y de Urbanización	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62	4.62
2b. Beneficio de otros trabajos de infraestructura	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00	12.00
3. COSTOS DE CONSTRUCCION											
3a. Materiales de importación											
3b. Personal extranjero											
3c. Materiales nacionales											
3d. Personal nacional calificado											
3e. Mano de obra nacional no calificada											
4. COSTOS DE PRODUCCION Y OPERACION	454.61	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74	455.74
4a. Materiales de importación	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83	152.83
4b. Personal extranjero y asist. técnica											
4c. Gastos de venta en el extranjero	6.68	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69	5.69
4d. Materiales nacionales (total)	226.13	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98	227.98
4d1. Materia prima 1	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35	106.35
4d2. Materia prima 3	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66	5.66
4d3. Energía Eléctrica	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26	4.26
4d4. Otros materiales nacionales	109.86	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71	111.71
4e. Personal nacional calificado	33.82	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09	34.09
4f. Mano de obra nacional calificada	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56	25.56
4g. Mano de obra nacional no calificada	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59	9.59
5. PRESTAMOS DE BANCOS EXTRANJEROS											
6. PAGO DE FINANCIAMIENTO A BANCOS EXTRANJEROS	107.22	100.71	94.20	87.69	81.19						
7. COSTOS DE REEMPLAZO DEL EQUIPO MOBIL	11.00					11.00					
8. VALOR DE RESCATE Y CAPITAL DE TRABAJO											29.00
8a. Componente del tipo de cambio											21.50
8b. Componentes domésticos											7.50
TRANSFERENCIAS											
9. CREDITOS DE INVERSION DE BANCOS NACIONALES	11.00					11.00					
10. PAGO DE LA DEUDA A BANCOS NACIONALES	13.01	3.26	3.03	2.80	2.56	3.50	3.26	3.03	2.80	2.56	
11. CARGOS FINANCIEROS DEL CAPITAL	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55	21.55
12. ADQUISICION DEL TERRENO											
13. PAGO DE RENTAS	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50	1.50

1 Millones de dólares

TABLA 15. FLUJO DE RECURSOS PARA EL PROYECTO¹

(Continuación)

EL CALCULO DE LA TASA DE DESCUENTO PREFERENCIAL (ρ)
DE LOS PRECIOS SOMBRAS (λ) Y LA SOBRETASA DE INVERSION (α)

Hipotesis de comportamiento:

(1) De cada dolar invertido en la iniciativa privada $(1-\theta)$ del rendimiento anual es consumido, el restante es reinvertido en el sector privado.

(2) De cada dolar invertido en el sector privado $(1-\theta)$ del capital es consumido al siguiente año, el resto es reinvertido en el sector privado.

Hipotesis de comportamiento (1)

Si (1) se cumple, entonces para cualquier año terminal T , la tasa promedio de crecimiento de una suma inicial K es dada por P_i :

$$B_t^1 = K(1+P_i)^T = \left\{ (1-\theta)K(1+r)^T + (1-\theta)\rho\theta K \sum_{t=0}^{T-1} (1-\theta\rho)^t (1+r)^{T-t-1} + \theta K(1+\theta\rho)^{T-t} \right\}$$

donde:
 B_t^1 = Valor terminal del beneficio.
 K = Beneficio derivado de un proyecto privado
 T = Año terminal de la inversión
 θ = Valor porcentual de la inversión
 ρ = tasa de interés libre
 r = tasa de interés social

HIPOTESIS de comportamiento (2)

Si (2) se cumple, para cualquier año terminal T , la tasa promedio de crecimiento de una suma inicial B_t es dada por P_2 :

$$B_t' = B_t (1+P_2)^T = (1-\theta) B_t \sum_{z=t}^T \theta^z (1+P)^z (1+r)^{T-t} + \theta (1+P)^{T-t} B_t (1+r)^{T-t}$$

Calculo de α_2 y a_2 :

$$(1-\theta) B_t \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\theta^t (1+P)^t}{(1+r)^t} = a_2 B_t$$

$$a_2 = (1-\theta) \sum_{t=0}^{\infty} \frac{\theta^t (1+P)^t}{(1+r)^t}$$

$$\text{Si } \frac{\theta(1+P)}{1+r} < 1$$

$$a_2 = \frac{(1+r)(1-\theta)}{(1+r) - \theta(1+P)}$$

$$\alpha_2 = \frac{(1+r)(1-\theta)}{(1+r) - \theta(1+P)}$$

Calculo del precio de la acción (a_1)

46

$$\frac{(1-\theta)\rho}{(1+r)} K \sum \frac{(1+\theta\rho)^t}{(1+r)^t} + (1-\theta) K = \frac{(1-\theta)r}{r-\theta\rho} K$$

Valor presente Saeal = $a_1 \cdot K$

$$\left[\frac{(1-\theta)\rho}{(1+r)} \sum_{t=0}^{\infty} \frac{(1+\theta\rho)^t}{(1+r)^t} + (1-\theta) \right] K = \text{Valor presente}$$

S. : $\theta\rho < r$

$$\pi = a_1 = \frac{(1-\theta)r}{r-\theta\rho}$$

$$\alpha_1 = \frac{(1-\theta)r}{r-\theta\rho}$$

$$\therefore a_1 = \alpha_1$$



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

COMPLEMENTO AL SOCUMENTO:
METODOLOGIAS DE EVALUACION METICRITERIOS

ACT. LAURA E. PÉREZ GÓMEZ

SEPTIEMBRE, 1984

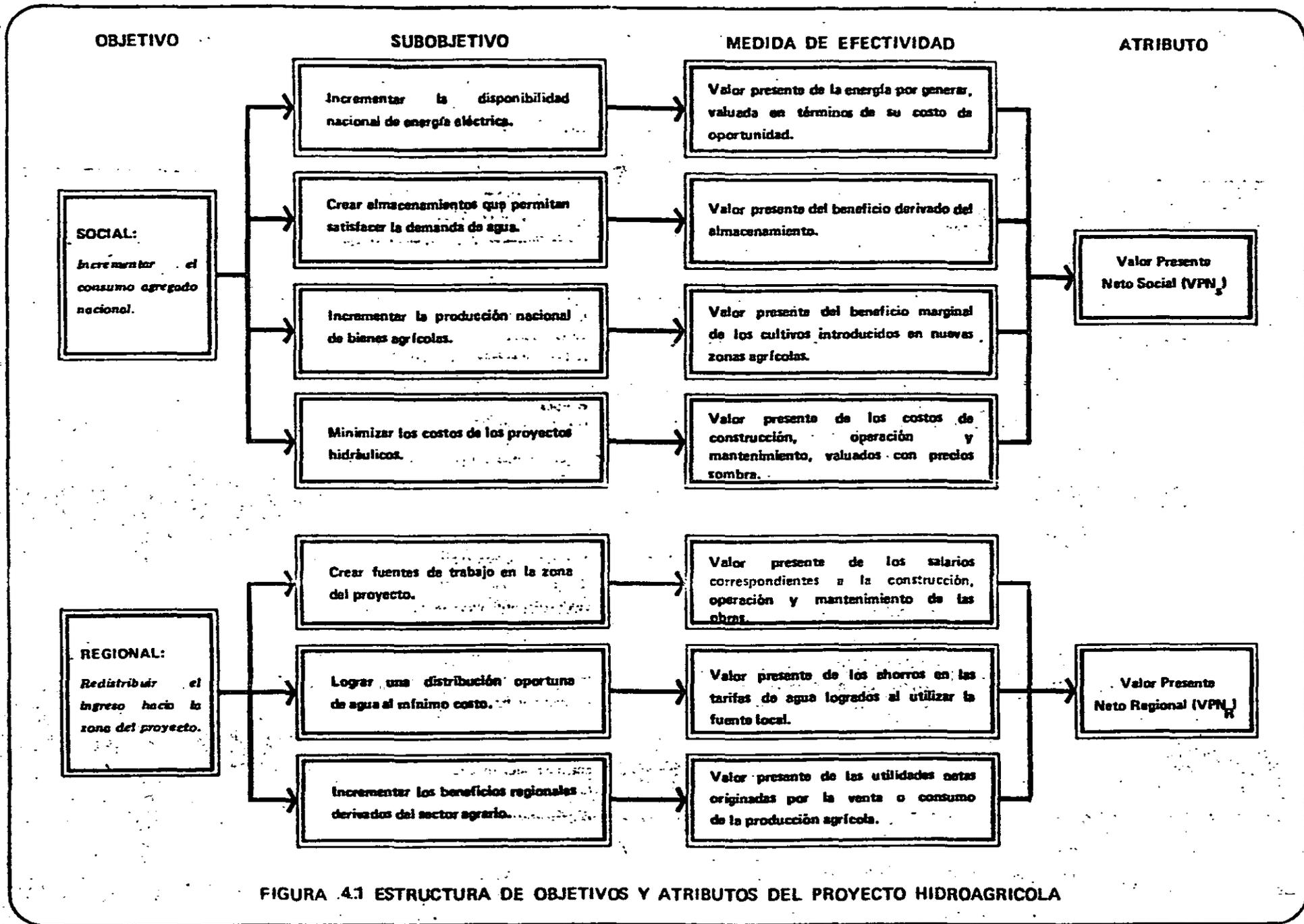


FIGURA 4.1 ESTRUCTURA DE OBJETIVOS Y ATRIBUTOS DEL PROYECTO HIDROAGRICOLA

$$VPN_M = VPN_S \alpha_S + VPN_R \alpha_R + VPN_L \alpha_L$$

VPN_S = contribución al consumo agregado nacional

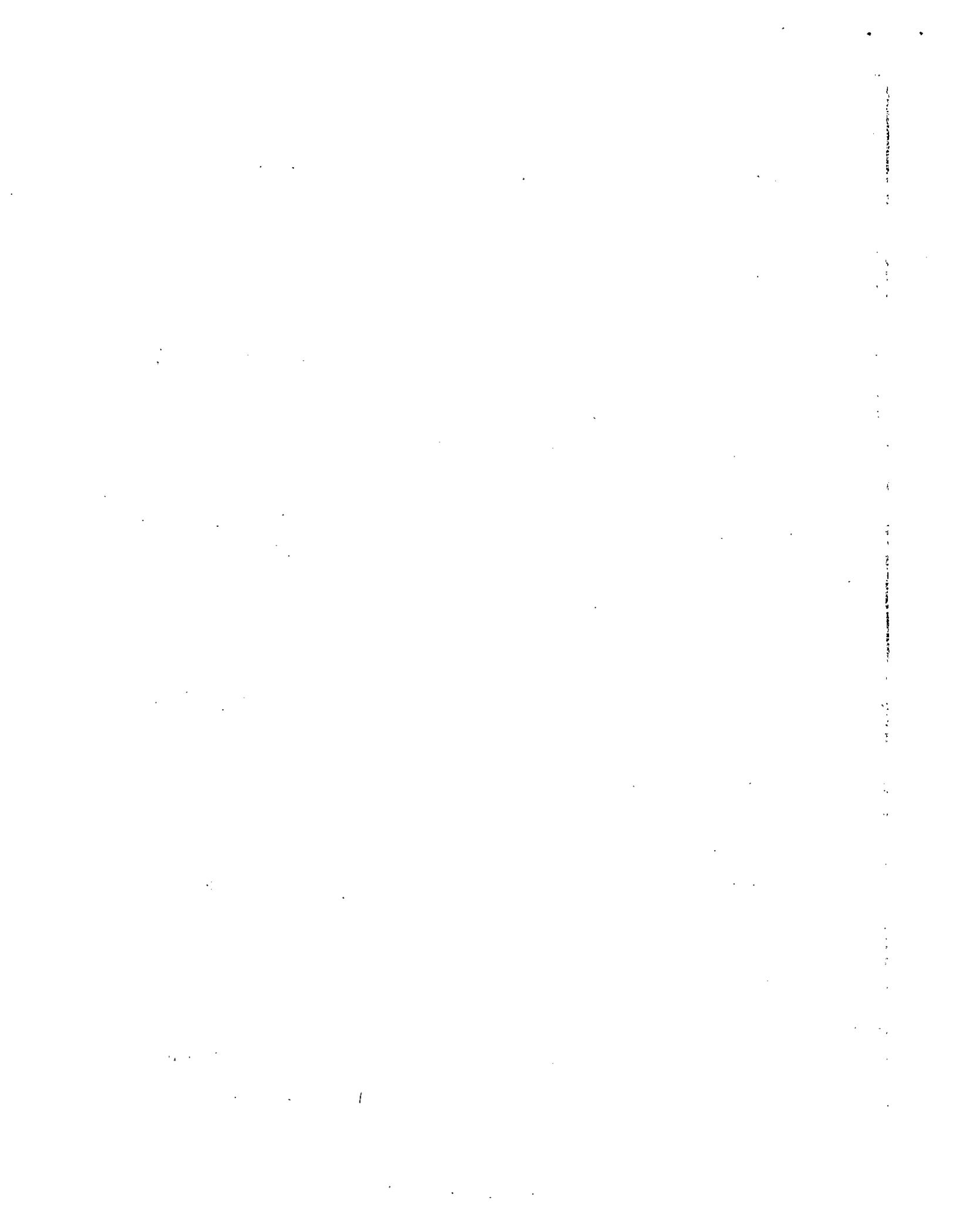
VPN_R = contribución al desarrollo regional

VPN_L = contribución al desarrollo de los ejidatarios locales

$$\begin{aligned}
\text{VPN}_M = & \sum_t \frac{Gv}{(1+i)^t} \alpha_S + && \text{(generación de energía eléctrica)} \\
& + \sum_t \frac{\theta}{(1+i)^t} \{ \sum_l A_l R_l P_l [\alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_1 \alpha_L] + && \text{(producción agrícola futura; productos para el consumo local)} \\
& + \sum_k A_k R_k P_k [(1+\lambda_2) \alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_1 \alpha_L] \} + && \text{(producción agrícola futura; productos para exportación)} \\
& + \sum_t \frac{\theta}{(1+i)^t} A_a R_a P_a [\alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma}] + && \text{(acuicultura)} \\
& + \sum_t \frac{\theta}{(1+i)^t} \sum_j A_j R_j P_j [\alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_1 \alpha_L] \frac{\xi}{p} - && \text{(control de avenidas)} \\
& - \sum_t \frac{\theta}{(1+i)^t} \{ \sum_j A_j C_j [[\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2) + \Omega_3 + \Omega_4 (1+\lambda_4)] \alpha_S + && \\
& + [\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 (1 - \Phi_3) + \Omega_4 (1 - \Phi_4)] \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + && \\
& + [\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \Omega_4 (1 - \Phi_4)] \delta_1 \alpha_L \} - && \text{(costos de la producción agrícola futura)} \\
& - \sum_t \frac{1}{(1+i)^t} \{ \sum_l \hat{A}_l \hat{R}_l \hat{P}_l [\alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_2 \alpha_L] + && \text{(producción agrícola actual; productos para el consumo local)} \\
& + \sum_k \hat{A}_k \hat{R}_k \hat{P}_k [(1+\lambda_2) \alpha_S + \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_2 \alpha_L] \} + && \text{(producción agrícola actual; productos para exportación)}
\end{aligned}$$

TABLA 9.4 EL MODELO DE EVALUACION CON OBJETIVOS MULTIPLES: CASO DETERMINISTICO

$$\begin{aligned}
& + \sum_t \frac{\theta_t}{(1+i)^t} (\sum_j \hat{A}_j \hat{C}_j) \{ [\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2) + \Omega_3 + \Omega_4 (1+\lambda_4)] \alpha_S \} + \\
& + [\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 (1-\Phi_3) + \Omega_4 (1-\Phi_4)] \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \\
& + [\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 + \Omega_4 (1-\Phi_4)] \delta_2 \alpha_L \} - \quad \text{(costos de la producción agrícola actual)} \\
& - C_o \sum_t \frac{\beta_t}{(1+i)^t} \{ [\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2) + \Omega_3 + \Omega_4 (1+\lambda_4)] \alpha_S \} - \\
& - [\Omega_3 \Phi_3 + \Omega_4 \Phi_4] \frac{\alpha_R}{1-\gamma} \} - \quad \text{(costos de construcción y equipo)} \\
& - O \sum_t \frac{1}{(1+i)^t} \{ [\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2) + \Omega_3 + \Omega_4 (1+\lambda_4)] \alpha_S \} - \\
& - [\Omega_3 \Phi_3 + \Omega_4 \Phi_4] \frac{\alpha_R}{1-\gamma} \} - \quad \text{(costos de operación y mantenimiento)} \\
& - E \sum_t \frac{\theta_t}{(1+i)^t} \{ [\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2) + \Omega_3 (1+\lambda_3) + \Omega_4 (1+\lambda_4)] \alpha_S \} - \\
& - [\Omega_3 \Phi_3 + \Omega_4 \Phi_4] \frac{\alpha_R}{1-\gamma} \} - \quad \text{(extensionismo)} \\
& - C_c \sum_t \frac{\theta_t}{(1+i)^t} \{ [\Omega_1 + \Omega_2 (1+\lambda_2)] \alpha_S \} - \quad \text{(créditos)} \\
& - \Gamma \sum_t \frac{\theta_t}{(1+i)^t} \left\{ \frac{\alpha_R}{1-\gamma} + \delta_1 \alpha_L \right\} \quad \text{(cuotas, intereses, impuestos)}
\end{aligned}$$



- $A.$ = área cosechada anualmente: $A.$ - futura, $\hat{A}.$ - actual (ha/año)
 $C.$ = costo unitario de producción: $C.$ - futuro, $\hat{C}.$ - actual (\$/ha)
 C_c = monto anual de capital empleado en créditos (\$/año)
 C_o = costos totales de construcción y equipo (\$)
 E = costos anuales de extensionismo (\$/año)
 G = cantidad de energía eléctrica generada anualmente (KWH/año)
 O = costos anuales de operación y mantenimiento (\$/año)
 $P.$ = precio unitario de la producción: $P.$ - futuro, $\hat{P}.$ - actual (\$/ton)
 $R.$ = rendimiento de la producción: $R.$ - futura, $\hat{R}.$ - actual (ton/ha)
 VPN_M = valor presente neto del proyecto. Evaluación con objetivos múltiples (\$)
 i = tasa "social" de descuento (%)
 p = período de retorno de las inundaciones (1/años)
 t = horizonte de tiempo sobre el cual se consideran los costos o beneficios (años)
 v = precio unitario de energía generada (\$/KWH)
 α_L = importancia relativa del objetivo local (contribución al desarrollo de los ejidatarios locales)
 α_R = importancia relativa del objetivo regional (contribución al desarrollo regional)
 α_S = importancia relativa del objetivo social (contribución al consumo agregado nacional)
 β_t = porcentaje del costo C_o erogado durante el año t (%)
 Γ = costos anuales de los servicios: cuotas, intereses, impuestos, etc. (\$/año)

- γ = propensión al gasto en la zona beneficiable (%)
- δ_1 = porcentaje del total de tierras que representan las tierras futuras de propiedad ejidal (%)
- δ_2 = porcentaje del valor total de la producción agrícola que representa la actual de propiedad ejidal (%)
- ξ = porcentaje del total que representa la producción perdida durante las inundaciones (%)
- Φ_3 = porcentaje del costo de la mano de obra calificada que permanece dentro de la zona beneficiable (%)
- Φ_4 = porcentaje del costo de la mano de obra no calificada que permanece dentro de la zona beneficiable (%)
- Ω_1 = porcentaje del costo que representan los materiales de origen nacional (%)
- Ω_2 = porcentaje del costo que representan los materiales de origen externo (%)
- Ω_3 = porcentaje del costo que representa la mano de obra calificada (%)
- Ω_4 = porcentaje del costo que representa la mano de obra no calificada (%)
- θ_t = valor que toma la función de aprendizaje en el año t
- $1 + \lambda_2$ = precio sombra de la componente externa
- $1 + \lambda_3$ = precio sombra de la mano de obra calificada
- $1 + \lambda_4$ = precio sombra de la mano de obra no calificada
- $\sigma^2[\cdot]$ = varianza
- $\text{Cov}[\cdot, \cdot]$ = covarianza
- Λ_n = porcentaje del valor de la producción futura para el consumo local
- Λ_e = porcentaje del valor de la producción futura para exportación



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LA INFLACION Y LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

AURELIO MONTEMAYOR

APUNTES

ING. GUILLERMO M. MALLÉN F.

SEPT. 1984

LA INFLACION Y LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

AURELIO MONTEMAYOR.

ANTES QUE NADA QUISIERA AGRADECER AL DR. ALEJANDRO MENDOZA LA INVITACIÓN A PARTICIPAR EN ESTÉ PANEL CON PROFESIONISTAS TAN DESTACADOS, TANTO LOS QUE ME ACOMPAÑAN EN EL ESTRADO COMO LOS QUE SE REGISTRARON EN ESTE CURSO.

QUISIERA RECALCAR QUE MIS COMENTARIOS SOBRE EL TEMA DE LA INFLACIÓN Y LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS SON PRINCIPALMENTE DESDE EL PUNTO DE VISTA DE UN ECONOMISTA INTERESADO SOBRE TODO EN LA CONSISTENCIA TEÓRICA DE LOS ARGUMENTOS MÁS QUE EN SU APLICACIÓN A PROBLEMAS ESPECÍFICOS. TAMBIÉN DEBO SEÑALARLES QUE NO ESTOY CONSIDERANDO LA POSICIÓN DE LOS CONTADORES, CUYAS TÉCNICAS NO CONOZCO, ASÍ TAMPOCO LAS RECOMENDACIONES DEL FAMOSO BOLETIN B-10 QUE TAN DE MODA HA ESTADO. EL SR. CARLOS GONZÁLEZ SEGURAMENTE AHONRARÁ SOBRE EL PARTICULAR.

I. INTRODUCCIÓN

UNO DE LOS ERRORES QUE CON MAYOR FRECUENCIA SE COMETE EN LA PREPARACIÓN DE EVALUACIONES DE PROYECTOS DE INVERSIÓN OCURRE POR NO CONSI-

DERAR DE UNA MANERA ADECUADA, EL IMPACTO DE LA INFLACIÓN EN EL DESEMPEÑO ECONÓMICO Y FINANCIERO DE UN PROYECTO POTENCIAL. EN EL CASO DE PROYECTOS COMERCIALES NO ES RARO ENCONTRAR QUE LOS RENDIMIENTOS AL PROPIETARIO DEL PROYECTO ESTÉN SUBESTIMADOS EN UN 50 POR CIENTO O MÁS SIMPLEMENTE COMO UN RESULTADO DEL USO DE PROCEDIMIENTOS INCORRECTOS PARA CONSIDERAR LA INFLACIÓN QUE SE ESPERA OCURRA DURANTE LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO. SIMILARMENTE, EN EVALUACIONES ECONÓMICAS DE PROYECTOS, LOS ECONOMISTAS HAN IGNORADO LAS RESTRICCIONES FINANCIERAS Y DE LIQUIDEZ QUE LA INFLACIÓN IMPONE A LA INVERSIÓN Y OPERACIÓN DE LOS PROYECTOS, AÚN CUANDO LA TASA REALIZADA DE INFLACIÓN SEA IGUAL A LA TASA ANTICIPADA.

MUCHA DE LA LITERATURA EXISTENTE EN EL CAMPO DE LA EVALUACIÓN DE INVERSIONES TANTO PÚBLICAS COMO PRIVADAS SE OLVIDA DE CONSIDERAR EL IMPACTO QUE PRODUCEN LOS MOVIMIENTOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS Y RECOMIENDA QUE LA EVALUACIÓN SE REALICE CON TODAS LAS VARIABLES EXPRESADAS EN TÉRMINOS DEL NIVEL DE PRECIOS DE UN CIERTO AÑO. EN ESTE

CASO, SÓLO LOS CAMBIOS EN LOS PRECIOS RELATIVOS DE LOS DIFERENTES INSUMOS Y PRODUCTOS NECESITAN SER PROYECTADOS A TRAVÉS DE LA VIDA DE LA INVERSIÓN. SIN EMBARGO, LOS MOVIMIENTOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS PUEDEN Y EN OCASIONES AFECTAN, EL DESEMPEÑO ECONÓMICO Y FINANCIERO DE LOS PROYECTOS DE VARIAS MANERAS QUE SI SON IGNORADAS PUEDEN CONducIR A UNA PREPARACIÓN Y EVALUACIÓN INCORRECTA DE PROYECTOS Y PUEDE CASTIGAR EL DESEMPEÑO DEL PROYECTO.

II. EL IMPACTO DE LA INFLACIÓN EN LA EVALUACIÓN DE LA INVERSIÓN.

HAY SEIS MANERAS IMPORTANTES EN LAS CUALES LOS MOVIMIENTOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS PUEDEN TENER UN IMPACTO EN EL ANÁLISIS FINANCIERO DE UN PROYECTO. PRIMERO, SI EL PROYECTO REQUIRIERA DE CRÉDITOS ADICIONALES O DE FINANCIAMIENTOS VÍA ACCIONARIA, TALES ARREGLOS FINANCIEROS DEBEN REALIZARSE EN TÉRMINOS DE LOS NIVELES DE PRECIOS DE LOS AÑOS EN QUE SE REQUIRIERAN TALES APOYOS. CON FRECUENCIA, LOS COSTOS SE SUBESTIMAN DEBIDO A LA INFLACIÓN CUANDO EN REALIDAD LOS COSTOS DEL PROYECTO EXPRESADOS EN TÉRMINOS DE UN NIVEL DE PRECIOS CONSTANTE PUDIERON HABER SEGUIDO SU COMPORTAMIENTO ESPERADO EN UN INICIO. EL ANÁLISIS FINANCIERO QUE COMUNMENTE SE REALIZA INCLUYE EL CAMBIO EN

EL NIVEL DE PRECIOS A TRAVÉS DEL TIEMPO; POR LO TANTO, LOS ARREGLOS FINANCIEROS ADECUADOS NO SE REALIZARON. COMO UN RESULTADO, EL PROYECTO PUEDE EXPERIMENTAR UNA CRISIS DE LIQUIDEZ O DE INSOLVENCIA DEBIDO A UN FINANCIAMIENTO INADECUADO.

EN SEGUNDO LUGAR, LOS SISTEMAS FISCALES DE MUCHOS PAÍSES QUE TIENEN IMPUESTOS A LAS UTILIDADES DE LAS EMPRESAS BASAN LAS DEDUCCIONES PARA EFECTOS DE LA DEPRECIACIÓN EN EL COSTO HISTÓRICO DE LOS ACTIVOS. SI LA INFLACIÓN OCURRE A TRAVÉS DEL TIEMPO, ENTONCES EL VALOR RELATIVO DE ESTA DEDUCCIÓN DISMINUIRÁ CAUSANDO QUE LA CANTIDAD REAL DE LAS OBLIGACIONES FISCALES DE LAS EMPRESAS SE INCREMENTE RESPECTO A UNA SITUACIÓN SIN INFLACIÓN. PARA LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DE UNA INVERSIÓN ESTE INCREMENTO EN IMPUESTOS NO ES UN AUMENTO EN EL COSTO DEL PROYECTO EN TÉRMINOS DE RECURSOS PERO ES SIMPLEMENTE UNA TRANSFERENCIA DEL PROYECTO HACIA EL GOBIERNO. SIN EMBARGO, SI TALES INCREMENTOS EN LOS PAGOS FISCALES RECAEN EN UNA EMPRESA PRIVADA O PÚBLICA, PUEDE FORZAR A QUE EL PROYECTO EXPERIMENTE DIFICULTADES EN SUS FLUJOS DE CAJA O DARSE EL CASO DE QUE SE LLEGUE A LA INSOLVENCIA. SI ESTO OCURRE, EL DESEMPEÑO ECONÓMICO Y SOCIAL ESPERADO DEL PROYECTO SE PUE

[Faint, mostly illegible text, possibly a list or report. Some words like "SECRET" and "CONFIDENTIAL" are visible.]

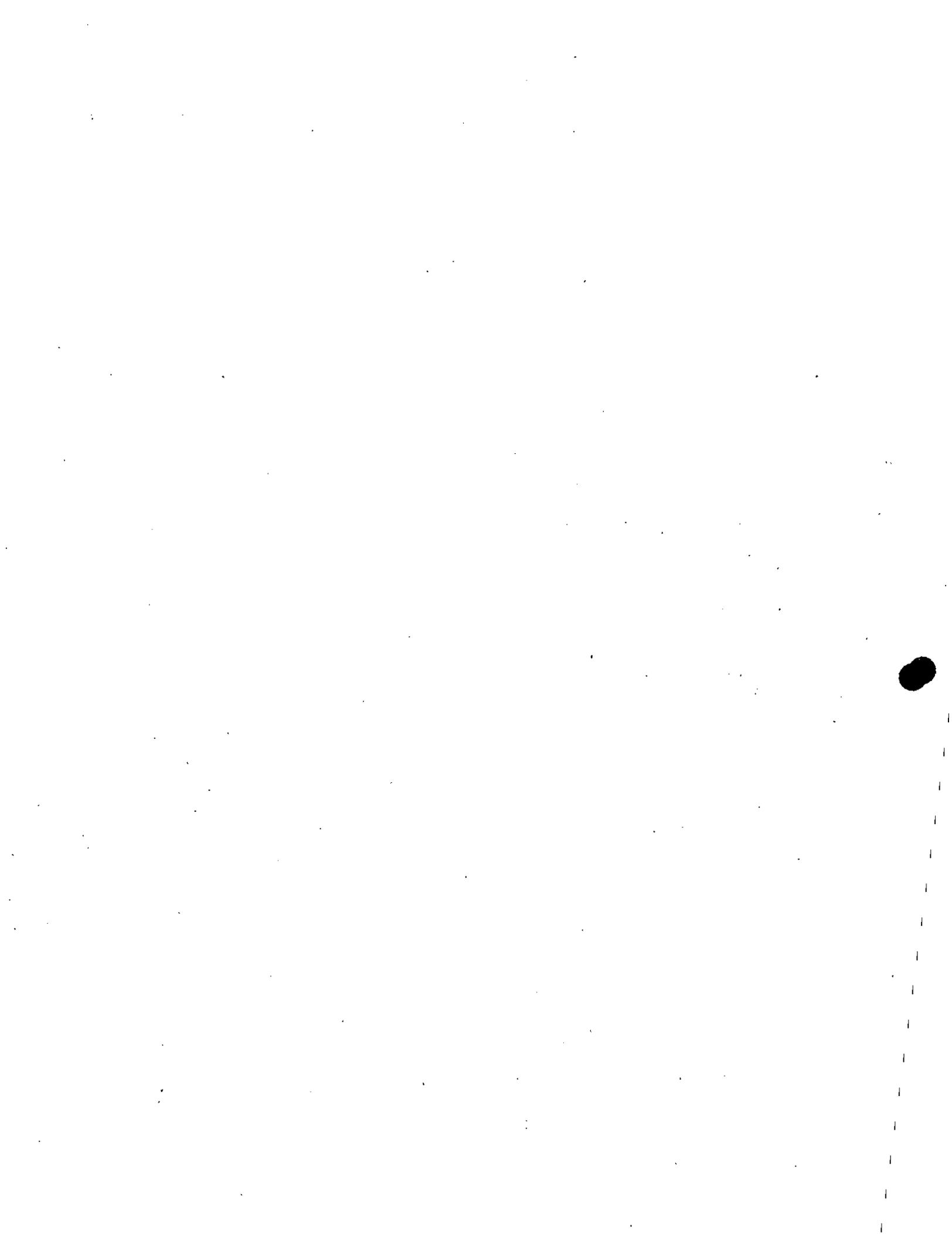


[Faint text at the bottom of the page, including the word "SECRET" and other illegible characters.]

DE ALTERAR DE MANERA DRÁSTICA. EN CASOS DE EMPRESAS PÚBLICAS SE ESPERARÍA QUE EL GOBIERNO ENTRASE A RESCATAR EL PROYECTO; SIN EMBARGO, AL TIEMPO QUE HACIENDA O PROGRAMACIÓN REALICEN LAS INVESTIGACIONES REQUERIDAS PARA APROBAR LOS FONDOS ADICIONALES, LAS OPERACIONES SE PUEDEN VER DAÑADAS DE MANERA SIGNIFICATIVA.

EN TERCER LUGAR, UNA IMPLICACIÓN FISCAL DE LA INFLACIÓN SE EXPERIMENTA POR EMPRESAS COMERCIALES QUE DEBEN MANTENER INVENTARIOS, SEAN DE INSUMOS Y/O PRODUCTOS. EN MUCHOS CASOS SE REQUIERE QUE LAS EMPRESAS VALÚEN SUS INVENTARIOS EN UNA BASE PEPS. EN UN PERÍODO DE INFLACIÓN RÁPIDA, EL COSTO HISTÓRICO DE LOS INVENTARIOS QUE SE UTILICEN EN LA PRODUCCIÓN SERÁ SUSTANCIALMENTE MENOR QUE EL COSTO DE REEMPLAZAR SUS ARTÍCULOS. SI EL INGRESO GRAVABLE SE CALCULA UTILIZANDO EL COSTO HISTÓRICO DE LOS ARTÍCULOS EN INVENTARIO, ESTO IMPLICARÍA QUE EL COSTO REAL DE LOS BIENES SE SUBESTIME Y QUE EL INGRESO GRAVABLE SE SOBRESTIME. POR LO TANTO, LAS OBLIGACIONES FISCALES EN TÉRMINOS REALES SERÁN MAYORES QUE CUANDO NO EXISTIERA LA INFLACION.

UNA CUARTA MANERA EN QUE LA INFLACIÓN ALTERARÍA EL FLUJO DE CAJA DE



UN PROYECTO EN TÉRMINOS REALES ES A TRAVÉS DE SU IMPACTO EN LAS TASAS DE INTERÉS NOMINAL. LA TASA DE INTERÉS NOMINAL (I) QUE SE DETERMINA EN LOS MERCADOS FINANCIEROS SE COMPONE AL MENOS DE TRES ELEMENTOS: A) HAY UN ELEMENTO (R) QUE REFLEJA EL VALOR DEL DINERO EN TÉRMINOS REALES QUE LOS QUE PRESTAN REQUERIRÁN CON EL FIN DE SACRIFICAR CONSUMO U OTRAS OPORTUNIDADES DE INVERSIÓN; B) UN ELEMENTO DE RIESGO (R) QUE MIDE LA COMPENSACIÓN QUE LOS PRESTAMISTAS REQUERIRÁN PARA CUBRIR LA POSIBILIDAD DE QUE EL ACREDITADO NO PAGUE EL PRÉSTAMO; Y, C) UN ELEMENTO QUE ES COMPENSACIÓN POR LA PÉRDIDA ESPERADA EN EL PODER DE COMPRA REAL DEL PRINCIPAL DEBIDO A LA TASA DE INFLACIÓN ESPERADA (g^{PE}). LO ANTERIOR SE PUEDE EXPRESAR ASÍ:

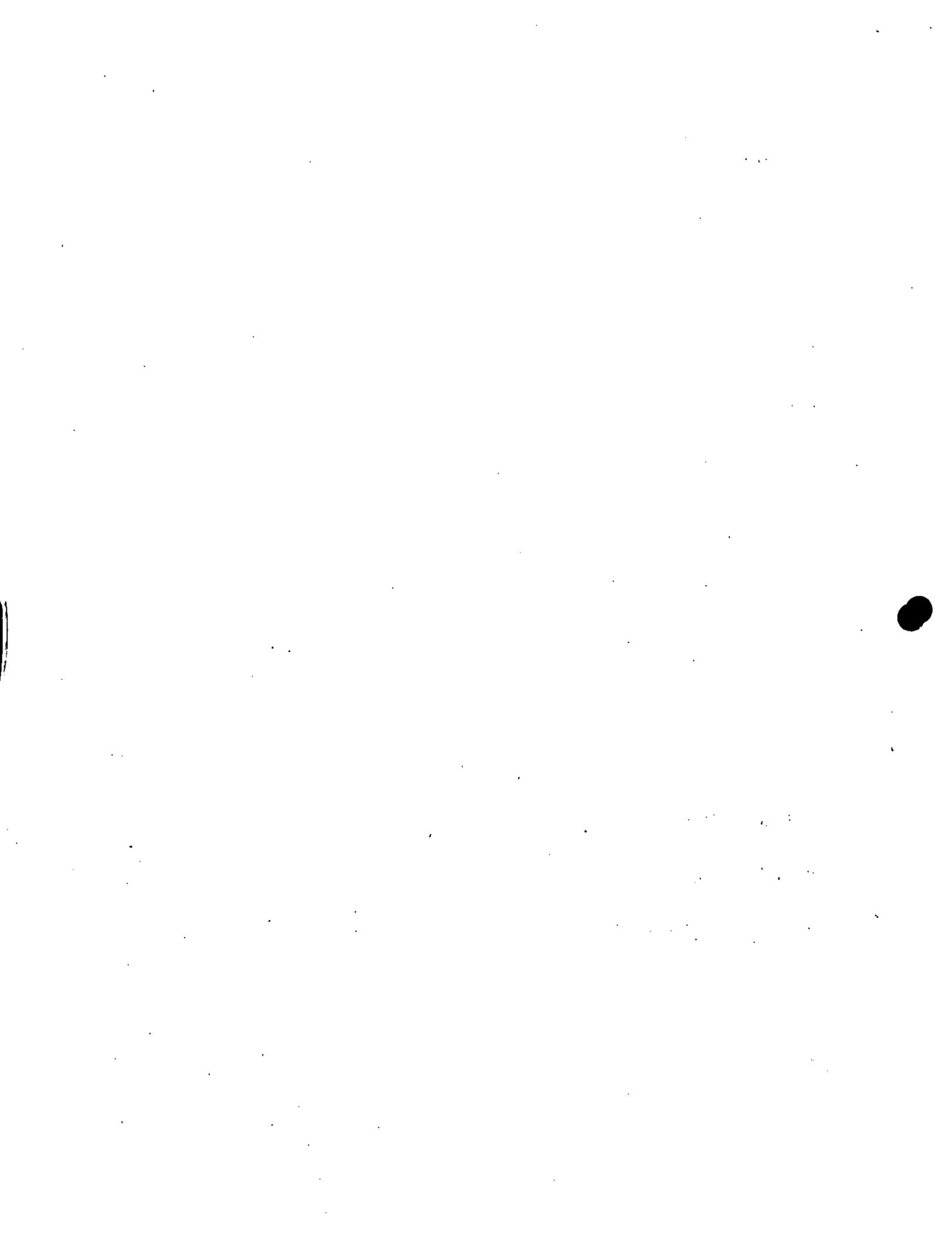
$$I = R + R + (I + R + R) g^{PE}$$

SI NOSOTROS CONSIDERAMOS UNA SITUACIÓN DONDE EL PREMIO PARA EL RIESGO (R) ES CERO Y LA TASA DE INFLACIÓN ESPERADA EN CERO, ENTONCES $I=R$. SUPONGAMOS EN ESTA SITUACIÓN QUE LA TASA DE INTERÉS REAL (R) ES IGUAL A 5 POR CIENTO. PARA EL CASO DE UN PRÉSTAMO DE MIL PESOS, EL PAGO DE INTERESES ANUAL ES DE 50 Y ES CONSIDERADO COMO UNA SALIDA DE CAJA DEL PROYECTO, CON OBJETO DE DERIVAR EL FLUJO DE CAJA NETO DEL

PUNTO DE VISTA DEL DUEÑO.

SIN EMBARGO, SI LA TASA DE INFLACIÓN SE INCREMENTARA A 10 POR CIENTO POR AÑO, LOS PRESTAMISTAS YA NO ESTARÍAN DISPUESTOS A PRESTAR SUS FONDOS AL 5 POR CIENTO. CON ESTA TASA DE INFLACIÓN, ELLOS PIERDEN 10 POR CIENTO DEL VALOR REAL DEL PRÉSTAMO CADA AÑO, POR LO TANTO SÓLO PARA COMPENSAR LA TASA DE INFLACIÓN ELLOS NECESITAN OBTENER UNA TASA DE INTERÉS DEL 10 POR CIENTO. AL IGUAL QUE ANTES, LOS PRESTAMISTAS NECESITARÍAN UNA TASA DE INTERÉS NOMINAL DE AL MENOS 15.5 POR CIENTO. SI ELLOS RECIBEN ESTA TASA A LO LARGO DE LA VIDA DEL PRÉSTAMO, EL VALOR PRESENTE EN TÉRMINOS REALES DE LOS PAGOS DE INTERESES MÁS EL REPAGO DEL PRINCIPAL SERÍA EL MISMO QUE SI NO HUBIERA INFLACIÓN Y LA TASA DE INTERÉS REAL FUERA DEL 5 POR CIENTO. SI HAY INFLACIÓN, LA TASA NOMINAL DE INTERÉS SERÁ MÁS ALTA PERO EL COSTO REAL DE LOS PAGOS DEL PRINCIPAL SERÍA MENOR.

ES LA COMPENSACIÓN REQUERIDA PARA CONTRARRESTAR EL DECREMENTO EN EL PODER DE COMPRA DEL PRINCIPAL QUE ESTÁ IMPLÍCITA EN LA TASA NOMINAL DE INTERÉS, LA QUE CREA ESTE CAMBIO EN EL MOMENTO DEL FLUJO DE CAJA REAL A TRAVÉS DEL TIEMPO. LA EXISTENCIA DE UNA INFLACIÓN ESPE-

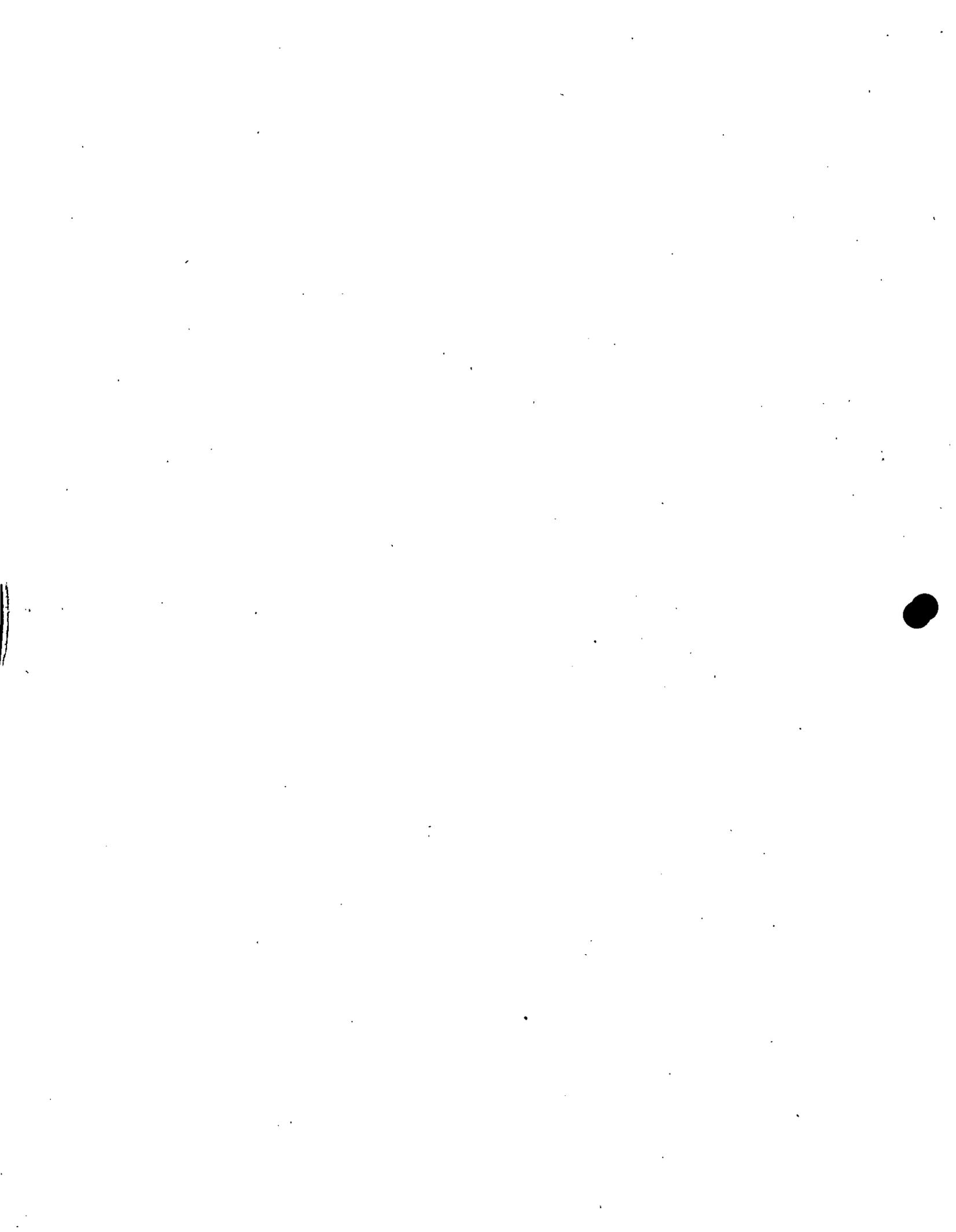


RADA CAUSA QUE LAS TASAS DE INTERÉS AUMENTEN, LO CUAL A SU VEZ FORZA AL QUE PIDE PRESTADO A REPAGAR SUS PRESTAMOS DE UNA MANERA MÁS RÁPIDA.

SI LA TASA DE INFLACIÓN ES ESPERADA A CAMBIAR A TRAVÉS DEL TIEMPO Y SE REQUIERE UN REFINANCIAMIENTO DE LA DEUDA DEL PROYECTO, ENTONCES LA TASA DE INTERÉS NOMINAL PAGADA DEBE AJUSTARSE PARA SER CONSISTENTE CON ESTA NUEVA TASA DE INFLACIÓN ESPERADA. ESTO DEBIERA TENER POCO O NINGÚN EFECTO DIRECTO SOBRE LA VIABILIDAD ECONÓMICA TOTAL DEL PROYECTO TAL COMO ES MEDIDA POR SU VALOR PRESENTE NETO; SIN EMBARGO, PUEDE IMPONER SEVERAS RESTRICCIONES SOBRE LA POSICIÓN LÍQUIDA DEL PROYECTO DEBIDO A SU IMPACTO EN LOS PAGOS DE INTERÉS Y DEL PRINCIPAL.

HA SIDO MUY COMÚN ENCONTRARSE EMPRESAS BUENAS QUE VAN A LA BANCARROTA DEBIDO A UN FLUJO DE CAJA INADECUADO AL ENFRENTARSE A PAGOS DE INTERESES MAYORES CAUSADOS POR UN AUMENTO EN LA TASA DE INFLACIÓN. --

MIENTRAS LAS EMPRESAS PUEDEN TENER ACTIVOS FIJOS ADECUADOS PARA HACER FRENTE A SUS OBLIGACIONES, ELLAS PUEDEN ENCONTRARSE EN UNA POSICIÓN EN QUE NO PUEDEN PEDIR PRESTADO PARA HACER FRENTE A SUS OBLIGACIONES DE INTERESES Y POR LO TANTO SE VEN CONDUCIDAS A LA INSOLVENCIA.



LA QUINTA MANERA EN QUE LA INFLACIÓN PUEDE ALTERAR EL DESEMPEÑO FINANCIERO DE UN PROYECTO ES A TRAVÉS DEL IMPACTO QUE LOS PAGOS DE INTERESES NOMINALES TIENEN SOBRE LAS OBLIGACIONES FISCALES DE LA EMPRESA. EN MUCHOS PAÍSES, LOS PAGOS DE INTERESES SON DEDUCIBLES PARA EFECTOS DEL CÁLCULO DEL INGRESO GRAVABLE. POR OTRA PARTE, LOS PAGOS DEL PRINCIPAL NO SON TRATADOS COMO UN GASTO Y POR LO TANTO NO SON DEDUCIBLES.

CUANDO LA TASA ESPERADA DE INFLACIÓN AUMENTA, NOS ENCONTRAMOS QUE LA TASA DE INTERÉS NOMINAL SE INCREMENTARÁ CON EL FIN DE COMPENSAR AL PRESTATARIO POR LA PÉRDIDA EN PODER DE COMPRA DEL PRINCIPAL. SIN EMBARGO, EL RESULTADO FINAL DE ESTO ES TRANSFERIR ALGO DEL VALOR REAL DE LOS PAGOS DEL PRINCIPAL EN PAGOS DE INTERESES, YA QUE ESTOS ÚLTIMOS INCLUYEN UNA COMPENSACIÓN POR LA INFLACIÓN ESPERADA Y AL SER DEDUCIBLES DEL INGRESO GRAVABLE, SU EFECTO ES REDUCIR LA CANTIDAD DE IMPUESTOS QUE EN OTRAS CIRCUNSTANCIAS LA EMPRESA SE VERÍA REQUERIDA A PAGAR. ESTE ELEMENTO TENDERÁ A COMPENSAR LOS OTROS EFECTOS DE LA INFLACIÓN QUE INCREMENTAN LAS OBLIGACIONES FISCALES; SIN EMBARGO, EN TODOS LOS CASOS DONDE EL IMPACTO DE LA INFLACIÓN SE HA ESTUDIADO EMPÍRICAMENTE, EL EFECTO GLOBAL DE LA INFLACIÓN HA SIDO EL DE INCREMENTAR LOS PAGOS IMPOSITIVOS DE MANERA SIGNIFICATIVA.

LA SEXTA MANERA EN LA CUAL LOS CAMBIOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS TIENEN UN IMPACTO SOBRE LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO ES A TRAVÉS DE SU EFECTO SOBRE EL VALOR REAL DE LOS SALDOS MONETARIOS QUE SE MANTIENEN CON EL FIN DE FACILITAR LAS OPERACIONES. SI SE PRESENTA UN INCREMENTO EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS A TRAVÉS DEL TIEMPO, AÚN SI LA CANTIDAD DE BIENES Y SERVICIOS COMPRADOS Y VENDIDOS PERMANECE CONSTANTE, SU VALOR EXPRESADO EN PRECIOS CORRIENTES AUMENTARÁ, EN TAL SITUACIÓN, LA EMPRESA TENDRÁ QUE INCREMENTAR ESOS SALDOS MONETARIOS CON EL FIN DE FACILITAR SUS OPERACIONES COMO ANTES. ESTOS SALDOS MONETARIOS ADICIONALES SON OBVIAMENTE UN COSTO FINANCIERO PARA EL PROYECTO Y DEBEN DEDUCIRSE DEL FLUJO DE CAJA FINANCIERO CON EL FIN DE DETERMINAR SU VIABILIDAD. ESTA PÉRDIDA DE PODER DE COMPRA DE LOS SALDOS MONETARIOS SE LE CONOCE COMO UN IMPUESTO INFLACIONARIO.

EN CADA UNA DE LAS SEIS MANERAS ANTES MENCIONADAS EN LAS QUE LOS CAMBIOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS TIENEN UN IMPACTO EN LA EVALUACIÓN DE UN PROYECTO, ES SOLO EL ANÁLISIS FINANCIERO DEL PROYECTO EL QUE SE VE ALTERADO DE MANERA DIRECTA. SIN EMBARGO, SI LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO SE DEBILITA Y COMO UN RESULTADO SUS OPERACIONES

NES SE VEN RESTRINGIDAS, ESTO SI ES POSIBLE QUE TENGA UN IMPACTO SIGNIFICATIVO SOBRE EL DESEMPEÑO ECONÓMICO Y SOCIAL DEL PROYECTO.

TRADICIONALMENTE, LOS ECONOMISTAS QUE TRATAN CON LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS HAN TENDIDO A IGNORAR LA VIABILIDAD FINANCIERA DE UN PROYECTO Y VAN DIRECTAMENTE A LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MISMO. SIN EMBARGO, AÚN PROYECTOS DEL SECTOR PÚBLICO DEBEN TENER UN FLUJO ADECUADO DE EFECTIVO PARA HACER FRENTE A SUS COSTOS FINANCIEROS SI TALES PROYECTOS VAN A SOBREVIVIR. UN PROYECTO EN BANCARROTA SERÁ SIEMPRE UN POBRE GENERADOR DE BENEFICIOS ECONÓMICOS O DISTRIBUTIVOS.

ES IGUALMENTE CIERTO QUE NO TODOS LOS PROYECTOS VIABLES FINANCIERAMENTE SON RENTABLES DESDE UN PUNTO DE VISTA ECONÓMICO, POR LO TANTO SE REQUIERE QUE SE REALICEN EVALUACIONES FINANCIERAS Y ECONÓMICAS PARA DETERMINAR SI EL PROYECTO DEBE REALIZARSE. SUPUESTOS RESPECTO A LA TASA DE CAMBIO EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS AFECTARÁN LA EVALUACIÓN ECONÓMICA SOLO DE UNA MANERA INDIRECTA PERO COMO YA SE HA MENCIONADO, TIENEN UN IMPACTO DIRECTO SOBRE EL ANÁLISIS FINANCIERO. SI ESTOS IMPACTOS NECESITAN UN AJUSTE YA SEA SOBRE EL FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN O SOBRE LOS PLANES DE OPERACIÓN DEL PROYECTO O RES-

PECTO A PROBLEMAS DE LIQUIDEZ QUE SE PUEDAN PRESENTAR EN UN FUTURO, ENTONCES LOS ANALISTAS DE PROYECTOS DEBEN REFLEJAR ESTOS PROBLEMAS EN SU EVALUACIÓN.

III. CONSISTENCIA EN LAS PROYECCIONES DE MOVIMIENTOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS Y DE LAS TASAS DE INTERÉS.

LOS FACTORES QUE DETERMINAN LOS CAMBIOS FUTUROS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS SON MUY DIFERENTES DE AQUELLOS QUE DETERMINAN LOS CAMBIOS EN PRECIOS RELATIVOS. ESTOS ÚLTIMOS ESTARÁN DETERMINADOS POR LAS TASAS RELATIVAS DE CRECIMIENTO DE LA OFERTA MONETARIA Y DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO MEDIDO EN TÉRMINOS REALES, ASÍ COMO POR EL CRECIMIENTO EN LOS PRECIOS MUNDIALES DE LOS BIENES QUE EL PAÍS INTERCAMBIA INTERNACIONALMENTE.

PROYECCIONES PRECISAS ACERCA DEL CRECIMIENTO FUTURO DEL NIVEL GENERAL DE PRECIOS ESTÁN FINALMENTE FUERA DE LA RESPONSABILIDAD DEL ANALISTA DE PROYECTOS. SIN EMBARGO, TENDENCIAS SOBRE EL CRECIMIENTO DE LOS PRECIOS Y LA HISTORIA RECIENTE DE POLÍTICAS GUBERNAMENTALES PROVEEN CON FRECUENCIA UNA BASE SUSTANCIAL PARA TALES PROYECCIONES. EL ASPECTO MÁS IMPORTANTE EN LA ELABORACIÓN DE PROYECCIONES DEL NIVEL GENERAL

DE PRECIOS PARA SU USO EN LA EVALUACIÓN DE PROYECTOS ES EL DE ASEGURAR QUE TALES PROYECCIONES SON CONSISTENTES CON LAS QUE SE REALIZAN RESPECTO A LA TASA NOMINAL DE INTERÉS.

PARA MUCHOS PAÍSES, LA TASA REAL DE INTERÉS SERÁ UN VALOR RELATIVAMENTE CONSTANTE, YA QUE ES DETERMINADA PRIMERAMENTE POR LA PRODUCTIVIDAD DE LA INVERSIÓN Y POR LOS DESEOS DE CONSUMIR Y AHORRAR EN TAL ECONOMÍA. TAMBIÉN EL VALOR DEL PREMIO POR EL RIESGO SE PUEDE DETERMINAR POR LAS DIFERENCIAS EN TASAS DE INTERÉS DE VALORES CON LA MISMA FECHA DE EMISIÓN Y DE VENCIMIENTO, PERO CON DIFERENTES CLASIFICACIONES DEL RIESGO. SI EN EL LARGO PLAZO, LA TASA DE INTERÉS REAL Y EL PREMIO POR EL RIESGO SON RESTADOS DE LA TASA DE INTERÉS NOMINAL, ENTONCES LA DIFERENCIA SERÁ UNA MEDIDA DE LA TASA ESPERADA DE INFLACIÓN. DE MANERA ALTERNATIVA, SI SE REALIZA UNA PROYECCIÓN SOBRE LA TASA DE CRECIMIENTO DEL NIVEL DE PRECIOS, LA TASA DE INTERÉS NOMINAL QUE ES CONSISTENTE CON ESTA PROYECCIÓN PUEDE ESTIMARSE AGREGANDO A ESTA TASA DE CRECIMIENTO DE LOS PRECIOS, LA TASA DE INTERÉS REAL Y EL PREMIO POR EL RIESGO.

IV. DESARROLLO DE UN TRATAMIENTO CONSISTENTE DE LA INFLACIÓN EN LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE UN PROYECTO.

EL DESARROLLO DE PRINCIPIOS CONTABLES PARA REFLEJAR EL EVENTO DE LA INFLACIÓN HA SIDO LENTO Y DE AMPLIO DEBATE EN LA PROFESIÓN CONTABLE. EN LUGAR DE TRATAR DE PREVER LA INFLACIÓN Y PONER ESTO EN LOS ESTUDIOS DE FLUJO DE CAJA PROFORMA, MUCHOS ANALISTAS DE PROYECTOS HAN OPTADO POR EXPRESAR EL PERFIL FINANCIERO DE UN PROYECTO EN PRECIOS CONSTANTES DE UN CIERTO AÑO. EL PROCEDIMIENTO ESENCIALMENTE IMPLICA IGNORAR TODOS LOS EFECTOS DE LA INFLACIÓN. COMO UN RESULTADO, LOS ERRORES OCURREN EN EL ANÁLISIS PORQUE LA INFLACIÓN AUTOMÁTICAMENTE ES INCORPORADA EN ALGUNAS VARIABLES TALES COMO LAS TASAS DE INTERÉS NOMINAL. PUEDE SER ÚTIL REVISAR LAS DIFERENTES ETAPAS DE UN ANÁLISIS FINANCIERO TRADICIONAL, EN EL QUE SE SUPONE UN NIVEL DE PRECIOS CONSTANTE, ANTES DE ESTABLECER UN PROCEDIMIENTO QUE INCORPORA LA INFLACIÓN DE UNA MANERA CORRECTA. ESTO NO IMPLICA QUE EXISTA UN CONSENSO EN LA METODOLOGÍA PARA REALIZAR UNA EVALUACIÓN FINANCIERA; SIN EMBARGO, ES DESCRIPTIVO DE UN PROCEDIMIENTO COMÚN QUE AHORA SE UTILIZA PARA EL DESARROLLO DE ESTADOS DE FLUJO DE CAJA PROFORMA PARA PROYECTOS DE INVERSIÓN.



LOS ELEMENTOS DEL MÉTODO TRADICIONAL SON LOS SIGUIENTES:

- 1) TODAS LAS PROYECCIONES DE LOS PRECIOS DE INSUMOS Y DE PRODUCTOS SON EXPRESADAS DE ACUERDO AL NIVEL DE PRECIOS DE CIERTO AÑO Y REFLEJAN SOLO LOS CAMBIOS EN PRECIOS RELATIVOS.
- 2) LOS COSTOS DE INTERÉS SON ESTIMADOS PARA CADA AÑO AL APLICAR LA TASA DE INTERÉS NOMINAL AL SALDO DE LA DEUDA INCURRIDA.
- 3) LAS OBLIGACIONES FISCALES SON ESTIMADAS UTILIZANDO LAS PROYECCIONES DE INGRESOS Y GASTOS SUPONIENDO UN NIVEL DE PRECIOS CONSTANTE, LOS COSTOS DE INTERÉS Y LA DEPRECIACIÓN BASADA EN LOS PRECIOS HISTÓRICOS DE LOS ACTIVOS FIJOS.
- 4) LOS FLUJOS DE CAJA CON UN NIVEL DE PRECIOS CONSTANTE SON CALCULADOS DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS ACCIONISTAS Y DEL PUNTO DE VISTA DEL CAPITAL TOTAL QUE SE INVIERTE EN EL PROYECTO Y SON DESCONTADOS POR EL COSTO DE OPORTUNIDAD REAL (NETO DE INFLACIÓN) DEL CAPITAL, APLICABLE A CADA UNA DE LAS PERSPECTIVAS. EL FLUJO DE CAJA DESDE EL PUNTO DE VISTA DEL DUEÑO DEL PROYECTO SE CALCULA AL TRATAR LOS INGRESOS DEL PRÉSTAMO COMO UNA ENTRADA DE CAJA Y LOS PAGOS DE INTERESES Y DEL PRINCIPAL COMO UNA SALIDA. LOS VALORES DE TODOS ELLOS SON EXPRESADOS DE ACUERDO AL NIVEL DE PRECIOS DEL AÑO EN EL CUAL EL PRÉSTAMO SE NEGOCIÓ.

ESTE PROCEDIMIENTO CAUSARÁ QUE LA TASA ESTIMADA DE RENDIMIENTO PARA EL ACCIONISTA ESTÉ SESGADA HACIA ABAJO Y QUE EL RENDIMIENTO PARA EL CAPITAL TOTAL UTILIZADO ESTÉ SESGADO HACIA ARRIBA SI ES QUE EXISTE UNA TASA DE INFLACIÓN POSITIVA. PORQUE LA TASA NOMINAL DE INTERÉS QUE INCLUYE UN COMPONENTE PARA COMPENSAR LA INFLACIÓN ES DEDUCIDA DEL FLUJO DE CAJA DEL CAPITAL TOTAL UTILIZADO PARA MEDIR EL FLUJO DE CAJA DE LOS ACCIONISTAS MIENTRAS LOS INGRESOS NOMINALES POR VENTAS

SON EXCLUÍDOS, EL RENDIMIENTO POR ACCIÓN ESTARÁ SESGADO HACIA ABAJO. ESTE EFECTO SERÁ PARCIALMENTE COMPENSADO PORQUE EL VALOR REAL DE LOS IMPUESTOS ESTÁ SUBESTIMADO. ESTE PROCEDIMIENTO NO RECONOCE QUE LA INFLACIÓN CAUSARÁ QUE EL VALOR DE LA DEPRECIACIÓN DEL CAPITAL CAIGA RESPECTO A LOS INGRESOS POR VENTAS. ESTA SUBESTIMACIÓN DE LAS OBLIGACIONES FISCALES EN TÉRMINOS REALES INFLUIRÁ EN QUE EL RENDIMIENTO NETO PARA EL CAPITAL TOTAL UTILIZADO ESTÉ SOBREESTIMADO.

PARA DESARROLLAR ESTUDIOS PROFORMA DE FLUJO DE CAJA QUE REFLEJEN EL IMPACTO DE LA INFLACIÓN SOBRE EL VALOR FINANCIERO REAL DE UN PROYECTO, ES NECESARIO PRIMERO ESTIMAR VARIABLES TALES COMO LAS OBLIGACIONES FISCALES, LOS REQUERIMIENTOS DE EFECTIVO, LOS PAGOS DE INTERÉS Y DE DEUDA A LOS PRECIOS CORRIENTES DE LOS AÑOS EN LOS CUALES ELLOS SON INCURRIDOS. ENTONCES ELLOS SON DEFLACTADOS E INCLUÍDOS EN EL FLUJO DE CAJA REAL (NIVEL DE PRECIOS CONSTANTE) PROFORMA DEL PROYECTO.

PARA CONSTRUIR EL ANÁLISIS FINANCIERO DE ESTA MANERA NOS ASEGURAMOS QUE PRIMERO, TODOS LOS EFECTOS DE LA INFLACIÓN ESTÉN REFLEJADOS DE UNA MANERA CONSISTENTE EN LAS VARIABLES PROYECTADAS Y SEGUNDO, QUE

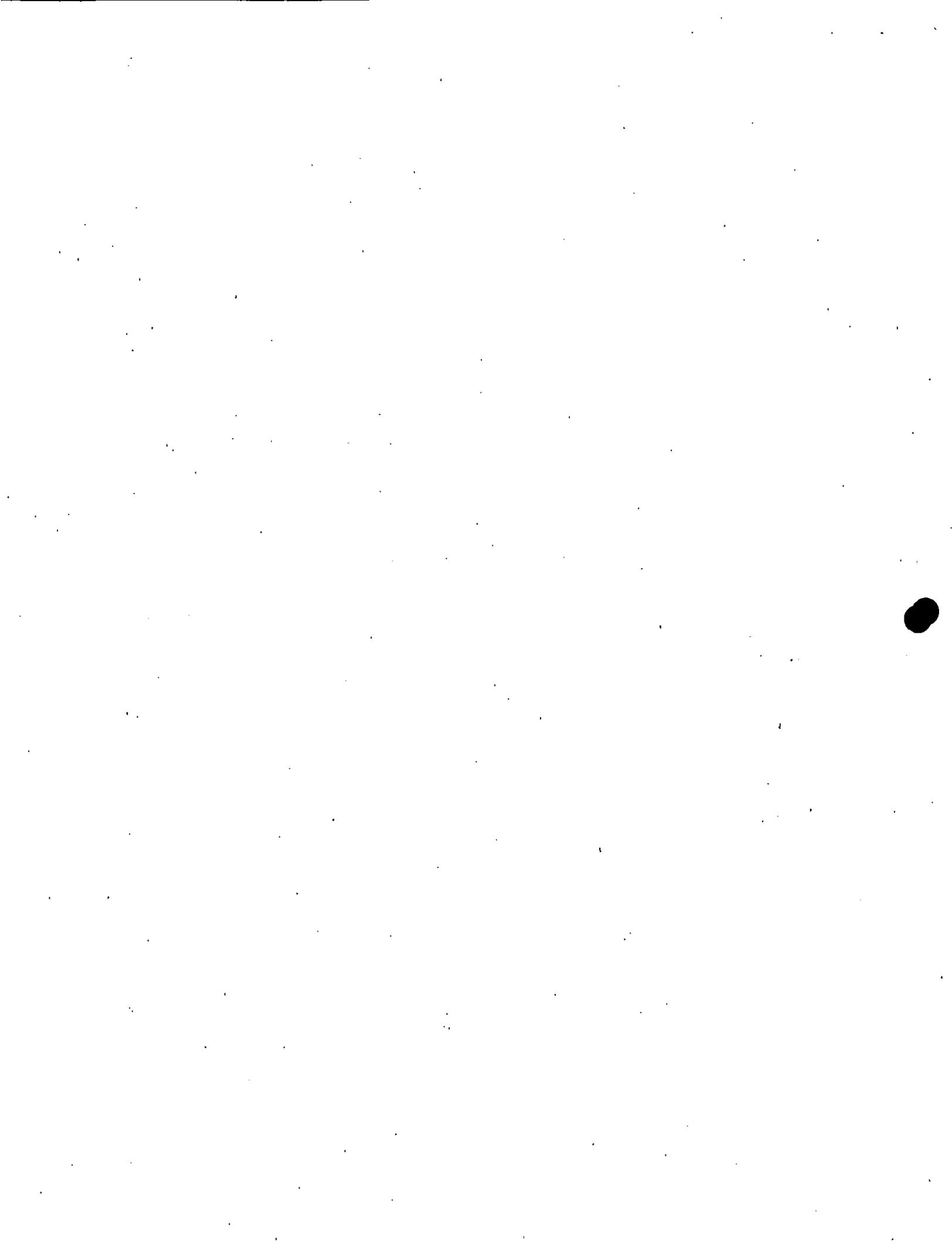
TODAS LAS VARIABLES SON DEFLACTADAS POR EL NIVEL DE PRECIOS PROYECTADO. LAS ETAPAS QUE SE REQUIEREN PARA REALIZAR LO ANTERIOR SON LAS SIGUIENTES:

- 1) ESTIMAR LOS CAMBIOS FUTUROS EN LOS PRECIOS, EN RELACIÓN AL NIVEL GENERAL DE PRECIOS PARA CADA INSUMO Y PRODUCTO. ESTO IMPLICA EXAMINAR LAS VARIABLES DE DEMANDA Y DE OFERTA ACTUALES Y FUTURAS QUE SE ESPERA QUE PREVALEZCAN EN EL MERCADO DE CADA UNO DE ELLOS.
- 2) ESTIMAR O DESARROLLAR UN CONJUNTO DE SUPUESTOS EN RELACIÓN A LOS CAMBIOS ANUALES ESPERADOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS SOBRE LA VIDA DEL PROYECTO.
- 3) DETERMINAR CUÁL SERÁ LA TASA DE INTERÉS NOMINAL SOBRE TODO LA VIDA ÚTIL DEL PROYECTO DADOS LOS CAMBIOS ESPERADOS EN EL NIVEL DE PRECIOS.
- 4) LOS CAMBIOS ESPERADOS EN LOS PRECIOS RELATIVOS PARA CADA PRODUCTO SON COMBINADOS CON EL CAMBIO ESPERADO EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS CON EL FIN DE OBTENER EL CAMBIO ESPERADO EN EL PRECIO NOMINAL DE UN BIEN A TRAVÉS DEL TIEMPO.
- 5) LOS PRECIOS NOMINALES DE CADA BIEN O INSUMO SON MULTIPLICADOS POR LAS PROYECCIONES DE LAS CANTIDADES DE INSUMOS Y PRODUCTOS A TRAVÉS DEL TIEMPO PARA EXPRESAR ESTAS VARIABLES A PRECIOS CORRIENTES DEL PERÍODO EN EL CUAL SE ESPERA QUE OCURRAN.
- 6) LOS VALORES CORRIENTES DE LAS VARIABLES SON AHORA UTILIZADOS PARA CONSTRUIR UN FLUJO DE CAJA PROFORMA. A ESTE PUNTO, LOS MOMENTOS DE LAS VENTAS Y LOS INGRESOS TAMBIÉN COMO LOS DE LAS COMPRAS Y LOS GASTOS TIENEN QUE SER DETERMINADOS.

- 7) UN ESTADO DE RESULTADOS PROFORMA SE CONSTRUYE PARA CADA AÑO DE LA VIDA DEL PROYECTO PARA DETERMINAR LAS OBLIGACIONES FISCALES. A ESTE PUNTO, TODAS LAS VARIABLES SON EXPRESADA EN SUS VALORES NOMINALES. LAS ASIGNACIONES PARA LA DEPRECIACIÓN, EL COSTO DE LOS BIENES VENDIDOS, LOS GASTOS DE INTERÉS Y LAS OBLIGACIONES FISCALES SON ESTIMADAS DE ACUERDO A LAS LEYES FISCALES DEL PAÍS. TALES OBLIGACIONES FISCALES SE INCLUYEN EN EL ESTADO DE FLUJO DE CAJA PROFORMA.
- 8) LOS REQUERIMIENTOS DE EFECTIVO SON ESTIMADOS DE ESA MANERA Y CUALESQUIERA CAMBIOS EN EL STOCK DE EFECTIVO SON REFLEJADOS EN DICHO ESTADO DE FLUJO DE CAJA PROFORMA.
- 9) LOS REQUERIMIENTOS FINANCIEROS SON DETERMINADOS AL IGUAL QUE LOS PAGOS DE INTERÉS Y DEL PRINCIPAL. ESTOS ITEMS SON INCLUIDOS EN DICHO ESTUDIO PROFORMA. ESTO COMPLETA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS VARIABLES PROYECTADAS EN TÉRMINOS DE SUS VALORES CORRIENTES.
- 10) TODOS LOS CONCEPTOS EN EL ESTADO DE FLUJO DE CAJA PROFORMA PARA CADA AÑO SON DEFLACTADOS POR UN ÍNDICE DE PRECIOS QUE ES LA RELACIÓN DEL NIVEL GENERAL DE PRECIOS EN ESE AÑO EN PARTICULAR RESPECTO AL NIVEL GENERAL DE PRECIOS DEL AÑO BASE.
- 11) EL FLUJO DE CAJA FINANCIERO NETO SE CALCULA DESDE EL PUNTO DE VISTA DE LOS DUEÑOS DE LA EMPRESA. EN ESTE CASO, LOS PRÉSTAMOS, LOS PAGOS DE INTERÉS Y DEL PRINCIPAL SON INCLUIDOS A SUS VALORES DEFLACTADOS PARA DETERMINAR EL FLUJO DE CAJA NETO.
- 12) DESCONTAR EL FLUJO DE CAJA FINANCIERO NETO A LOS PROPIETARIOS DE LA EMPRESA, YA SEA POR EL COSTO DE OPORTUNIDAD PRIVADO REAL DE FINANCIAMIENTO O POR LA TASA DE RENDIMIENTO FINANCIERA ESTABLECIDA POR EL GOBIERNO.
- 13) EL FLUJO DE CAJA FINANCIERO NETO DEBE ENTONCES ESTIMARSE DEL PUNTO DE VISTA DEL CAPITAL TOTAL INVERTIDO. EN ESTE CASO, LA FORMA DE FINANCIAMIENTO SOLAMENTE ALTERARÁ LOS IMPUESTOS A PAGARSE PERO LOS PAGOS DEL INTERÉS, DEL PRINCIPAL Y DEL PRÉSTAMO NO INTERVIENEN EN EL CÁLCULO DEL FLUJO DE CAJA FINANCIERO NETO.

- 14) DESCONTAR DICHO FLUJO DE CAJA FINANCIERO NETO DE LA INVERSIÓN TOTAL POR EL COSTO DE OPORTUNIDAD PRIVADO REAL O POR LA TASA REAL DE RENDIMIENTO ESTABLECIDA POR EL GOBIERNO PARA ESTIMAR ASÍ EL VALOR PRESENTE NETO FINANCIERO DEL PROYECTO.
- 15) LOS ITEMS DE INSUMOS Y PRODUCTOS, FINANCIEROS DEFLACTADOS CALCULADOS DE ACUERDO A LAS ETAPAS ANTERIORES SE PUEDEN UTILIZAR COMO UNA BASE PARA ESTIMAR LOS VALORES ECONÓMICOS DE LOS BENEFICIOS Y COSTOS DEL PROYECTO.

EL DESARROLLO DE LOS ESTADOS DE FLUJO DE CAJA FINANCIERO PROFORMA DE ESTA MANERA ASEGURA QUE EL IMPACTO DE LA INFLACIÓN EN EL DESEMPEÑO FINANCIERO DEL PROYECTO SE CONSIDERE DE UNA MANERA ADECUADA. AL MISMO TIEMPO, EL ANÁLISIS FINANCIERO FINAL ES COMPLETADO CON LAS VARIABLES EXPRESADAS EN TÉRMINOS DE UN NIVEL GENERAL DE PRECIOS CONSTANTE. DE ESTA MANERA, EL MOVIMIENTO DE VARIABLES TALES COMO INGRESOS, COSTOS DEL TRABAJO Y DE MATERIALES, SE PUEDE COMPARAR A TRAVÉS DEL TIEMPO SIN VERSE DISTORSIONADO POR LOS CAMBIOS EN EL NIVEL GENERAL DE PRECIOS. CUANDO EL ANÁLISIS FINANCIERO SE REALIZA EN TÉRMINOS DE UN NIVEL GENERAL DE PRECIOS CONSTANTE, ES ESENCIAL QUE LOS COSTOS DE OPORTUNIDAD DEL CAPITAL UTILIZADOS COMO TASAS DE DESCUENTO SEAN EXPRESADOS NETOS DE CUALQUIER COMPENSACIÓN POR LA TASA ESPERADA DE INFLACIÓN. ESTAS TASAS DE DESCUENTO DEBER SER REALES Y NO NOMINALES. SI UNA TASA DE



INTERÉS NOMINAL SE UTILIZA, EL RESULTADO ES QUE SE DEFLACTEN DOS VECES LOS DIFERENTES ITEMS INCLUIDOS EN LOS ESTADOS DE FLUJO DE CAJA. TALES PRÁCTICAS DISTORSIONARÁN GRANDEMENTE LAS CONCLUSIONES DEL ANÁLISIS RESPECTO A LA VIABILIDAD FINANCIERA DEL PROYECTO. ES COMÚN ENCONTRAR TALES PRÁCTICAS EN LA EVALUACIÓN FINANCIERA DE PROYECTOS PÚBLICOS Y PRIVADOS.

LA APLICACIÓN DEL CRITERIO DEL VALOR PRESENTE NETO AL ANÁLISIS FINANCIERO CON OBJETO DE ACEPTAR O RECHAZAR UN PROYECTO DEL SECTOR PÚBLICO ES MUY SOSPECHOSA. USUALMENTE HAY CONCEPTOS TALES COMO IMPUESTOS Y SUBSIDIOS QUE DEBEN INCLUIRSE ANTES DE DAR UNA OPINIÓN PRECISA ACERCA DEL POTENCIAL DEL PROYECTO. ES LA ESTIMACIÓN DE ESTOS AJUSTES Y SU INTEGRACIÓN AL ANÁLISIS DE FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO LO QUE CONSTITUYE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL MISMO. SIN EMBARGO, EL ANÁLISIS FINANCIERO SIRVE PARA DESARROLLAR LA BASE DE DATOS PARA LA POSTERIOR EVALUACIÓN ECONÓMICA Y ESTABLECER LOS REQUERIMIENTOS FINANCIEROS DEL PROYECTO.

CON EL FIN DE REALIZAR EL ANÁLISIS FINANCIERO BÁSICO DEL PROYECTO, SE DEBE CONSIDERAR EL POSIBLE EFECTO DE LA INFLACIÓN FUTURA. EL NO TOMAR EN CUENTA LA METODOLOGÍA ANTES MENCIONADA ES POSIBLE QUE SE ARRIBE A CONCLUSIONES ESPURIAS ACERCA DE LA BONDAD DE LAS INVERSIONES.

ING. GUILLERMO M. MALLEN F. :

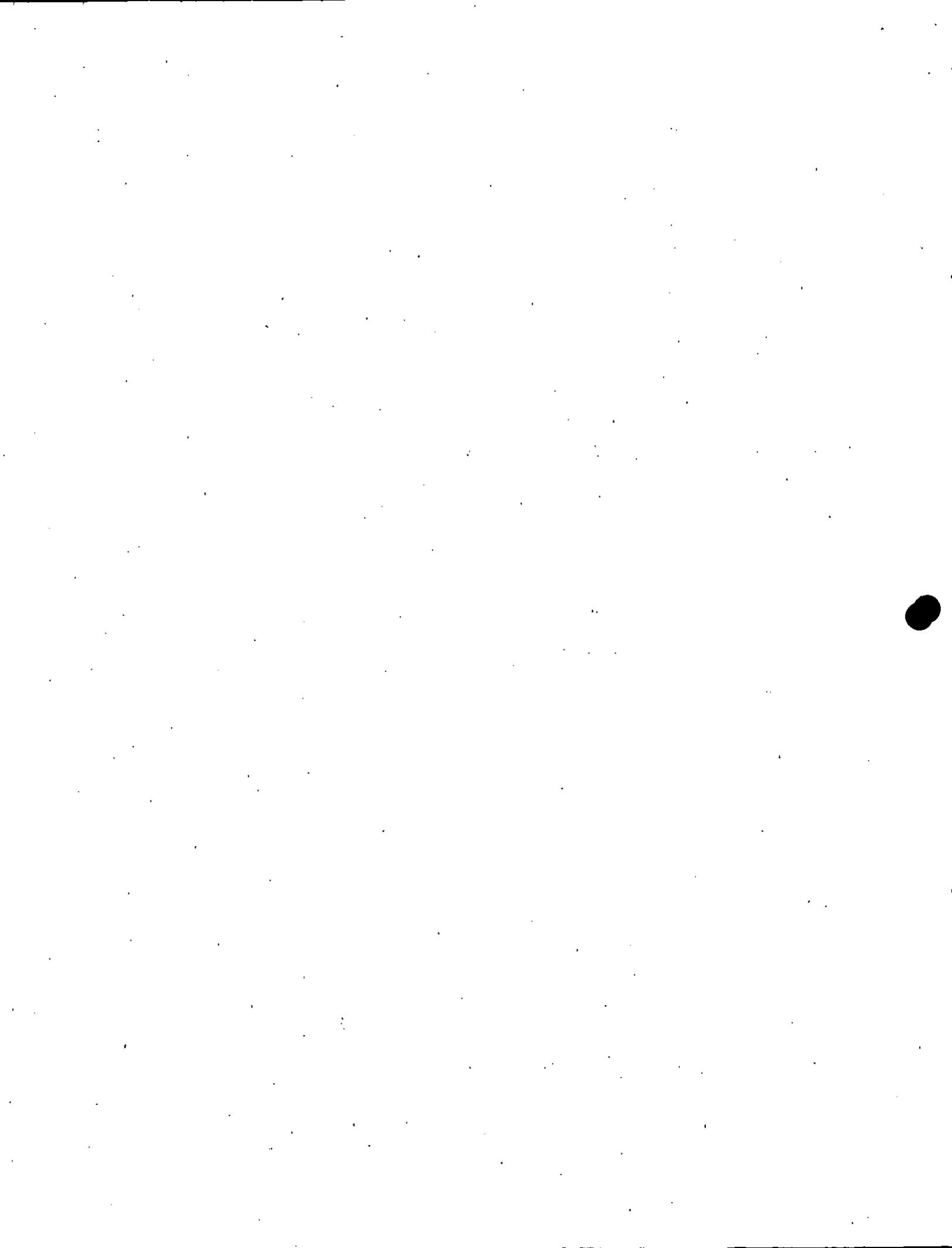
Mucho de lo que aquí se ha dicho, es algo de lo que nosotros tenemos planeado comentar. Para no ser redundante, voy a platicarles algo de lo que preparé acerca de este tema de la econometría.

Fundamentalmente lo que quiero comunicarles es un poco de las inquietudes -- que surgen después de trabajar por un buen número de años un modelo econométrico de tipo tradicional, con la idea de saber para dónde dirigir la evolución de la econometría.

Lo primero es plantear una definición de econometría. Hay mucho la discusión de si ciertas cosas como series de tiempo, o métodos que algún maestro mío de Mercadotécnica planteaba como "Métodos Ingenuos", son econometría o no. A -- fin de que estemos todos de acuerdo diremos que la econometría no es más que la modelación del sistema económico, basados en teoría económica y datos históricos, y como comentario se dice que generalmente se emplean técnicas como mínimos cuadrados y sus variantes, variantes como el de dos pasos, el de tres pasos, el de Full Information, y todos los que ustedes quieran, no son los -- únicos, desde luego hay otros métodos pero éstos son los más comunes y los -- cuales nos determinan además en parte, la estructura de los modelos. Ya mencionó el Lic. Clavijo el problema de la linearidad y no linearidad que en -- buena parte, esta derivado de aquí.

Ahora bien, analizando la definición por el lado de la teoría económica, creo que hay teorías económicas para todos los gustos y para todas las medidas, tenemos desde Clásicos, los Neoclásicos, los Marxistas, los Keynesianos, Insumo Producto, Monetaristas, etc. Generalmente con alguna limitación estas teorías, aunque se pueden perfectamente complementar, no es una cosa demasiado difícil y se puede hacer observando nuestra realidad. Por el lado de la teoría económica, no hay un problema realmente serio.

Ahora pasamos al siguiente elemento, los datos históricos. Si lo que queremos es modelar un sistema económico, lo que necesitamos son los datos del estado del sistema, pero del verdadero estado del sistema, y tengo la impresión que creo que confirman muchos de los aquí presentes, de que la información -- económica que tenemos está sujeta a una serie de problemas. Obtener informa-



ción no es fácil, generalmente se basa en muestreos y todos esos muestreos tienen un cierto error de inherente, pero no nada más éso, sino que requieren un marco muestral, necesitamos unos ponderadores para poder expandir esas --- muestras y algunas veces los ponderadores son muy difíciles de obtener y de aquí se derivan errores importantes. Veamos un ejemplo muy sencillo, el Producto Interno Bruto. Se supone que es lo que producimos dentro del territorio nacional evitando contar doble, etc. Yo quiero saber quién me puede decir con certeza cuál es el Producto Interno Bruto de México, cuánto es verdaderamente lo que todos producimos. Lo único que podemos hacer, es un muestreo -- que puede ser más amplio o menos amplio, pero no podemos en ningún momento decir cuál es la verdad. Estos muestreos además, están sujetos a problemas de carácter metodológico, y para ver de qué tamaño son estos problemas, se me ocurrió, inspirado por el primer libro de las Nuevas Cuentas Nacionales de la base de 1970 de la Secretaría de Programación y Presupuesto, en donde habla de diferencias con respecto a otras, a las Cuentas Nacionales que se usaban antes, tomar algunos ejemplos.

Toda la diferencia entre la serie que obtenía el Banco de México antes de --- 1970 y la serie que obtiene hoy la Secretaría de Programación y Presupuesto, o la explicación que se da en estos libros, que creo que es la correcta, es que cambió la base de 1960 a 1970 y que la ponderación de las actividades es diferente en 1960 y 1970. Este cambio de los ponderadores, nos arroja diferencias en muchos casos del orden del 10, 11%.

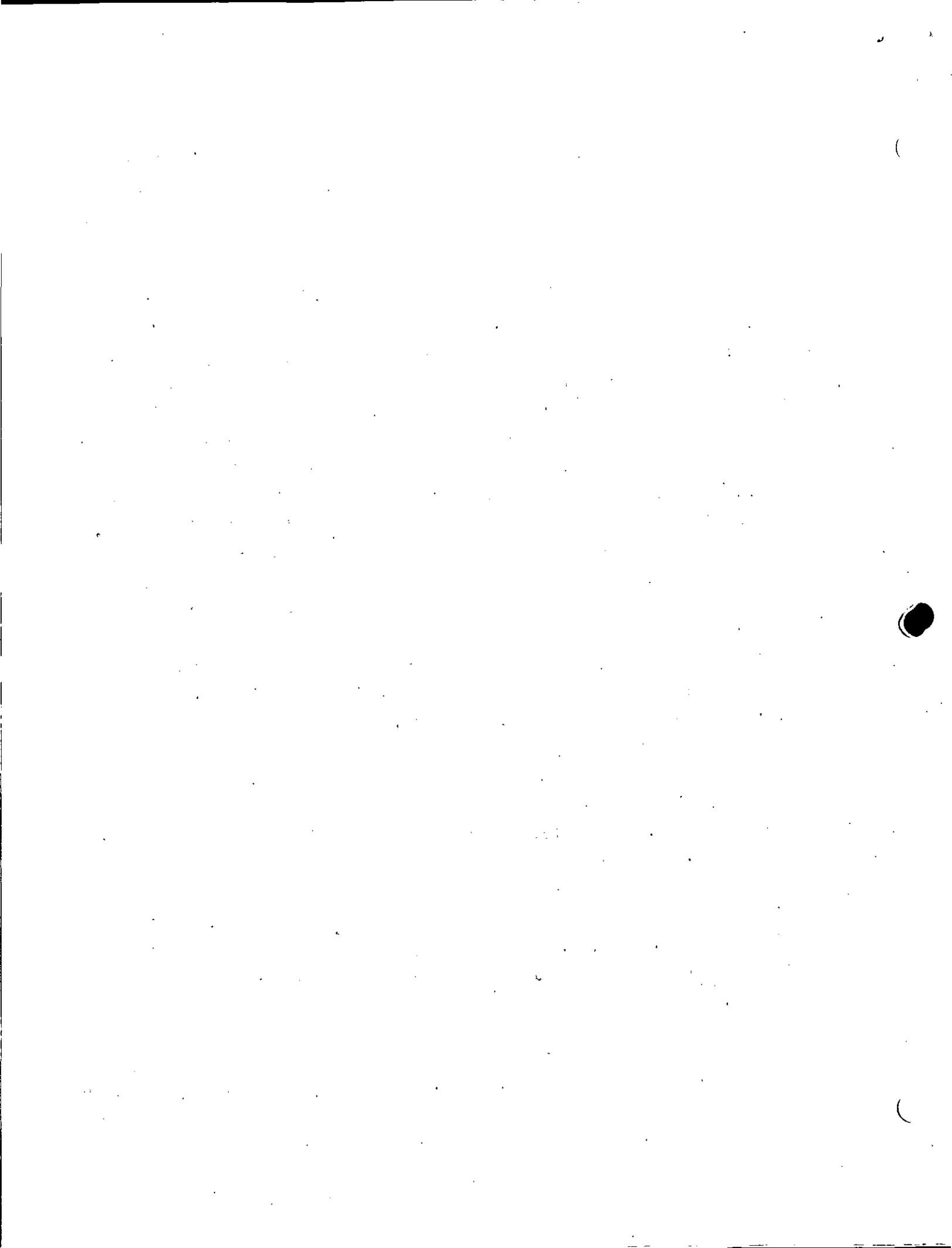
No se pueden obtener ponderadores todos los años, es extraordinariamente caro y extraordinariamente difícil obtenerlos. Sabemos que se está trabajando sobre los de 1980, sobre la matriz de 1980. Si un cambio de metodología nos arroja diferencias en un dato que debiera de ser igual, puesto que ésto es el Producto Interno Bruto de México en pesos corrientes, del orden del 10%, si pensamos cuál es el verdadero Producto Interno Bruto y no uno que está siendo muestreado, los errores probablemente sean del orden del 15% ó 20%. Además de que nos están cambiando los ponderadores cada 10 años, y ésto me recuerda una cosa que está por allí en un librito que se llama "Dios y Golem, S. A.", es un libro del Padre de la Cibernética, de Norbert Wiener, que dice "que el juego económico, es un juego en el que las reglas del juego están sujetas a importantes revisiones, digamos cada 10 años, y manifiesta una incómoda semejanza con el juego de Croquet de la Reina de Alicia en el País de las

Maravillas....." si nos acordamos de la película o del cuento, cada vez que Alicia le ganaba a la Reina, la Reina le cambiaba las reglas para que perdiera. No había manera de que Alicia ganara, y ésto nos pasa a los econométristas, ya que más o menos manejamos las cifras base 1960, salen las 1970 y ahora que a pesar de la crisis más o menos vamos empezando a manejar las cifras 1970, dentro de un par de años nos va a dar la sorpresa la Secretaría de Programación y Presupuesto, diciéndonos que estábamos mal, que con los nuevos ponderadores que son más precisos que son absolutamente objetivos los resultados son otros.

La diferencia que hay entre una realidad que no podemos medir y una estimación gruesa que hay, yo creo que las cifras económicas son ésto, son estimaciones gruesas nada más, nos lleva a plantear la primera conclusión de esta charla, y es que el econométrista se dedica a modelar y pronosticar las cifras publicadas oficialmente basados en teorías económicas, cifras históricas oficiales e independientemente del estado físico del sistema económico.

Este problema de que lo que modelamos es un conjunto de cifras y no la realidad, es un problema que cada día es más pequeño, es decir, si nosotros comparamos las cifras que había sobre el sector construcción por ejemplo, cuando nos tocó iniciar esa actividad del modelo econométrico de la construcción por el año de 1974, 75 ó 76, lo que hay ahora es maravilloso, sin embargo sabemos que todavía nos falta un buen pedazo y por más que avancemos, siempre nos va a faltar algo. Esta primera conclusión de que lo que modelamos son las cifras oficiales más que la realidad, se hace ya que no hay otra posibilidad, y nuestra única acción aquí es colaborar a que las cifras sean mejores cada vez.

Otro de los problemas que se le presenta a un econométrista, sobre todo cuando le toca hacer pronóstico, sobre todo cuando llega el señor Director de la empresa y nos dice quiero saber cómo van a estar los precios el año que entra, porque resulta que tengo que hacer una cotización, o tengo que ver las tasas de interés para ver los créditos o cómo va a estar el dólar para ver si pedimos dinero prestado en dólares o en pesos..... El siguiente problema que se le presenta al econométrista es que tiene uno que saber qué cifras va uno a pronosticar, si las cifras preliminares, o las cifras definitivas.



En estas condiciones es imposible acertar con una estimación puntual. Si el pronóstico resulta cercano a la cifra preliminar, la definitiva mostrará que estábamos equivocados y viceversa.

Este no es el único problema de incertidumbre en el pronóstico. Tenemos problemas serios en las variables exógenas.

Las variables exógenas en primer lugar, son valores a futuro, y son valores que están indeterminados. Aunque hay un presupuesto a la Federación, yo les aseguro que no hay nadie ni en la Secretaría de Hacienda, ni en el Banco de México, ni en la Presidencia de la República, ni en la Secretaría de Programación y Presupuesto, que nos pueda decir exactamente cuál va a ser el verdadero gasto y que nos pueda decir que no se van a transferir partidas de -- una cosa a otra por cuestiones sociales o políticas.

Otras variables exógenas son aleatorias intrínsecamente. Tenemos por ejemplo la cantidad de lluvia que tendremos, y su distribución en el tiempo, que son fenómenos reconocidamente aleatorios. Estoy seguro de que en más de una ocasión los éxitos agrícolas se debieron más a la cooperación del Dios Tlaloc -- que a los planes oficiales.

Mientras más variables exógenas tenga un modelo, más difícil será tener todos los valores correctos. Para darme cuenta de que tan grave es esto hice un calculito muy sencillo : si un modelo econométrico tiene 15 variables -- exógenas, suponiendo un comportamiento uniforme y que tenemos 85% de probabilidad de acertar al valor de cada una de ellas, tenemos menos del 9% de acertar simultáneamente a todas las variables en cada período y estamos hablando de 15 variables exógenas, que no es mucho.

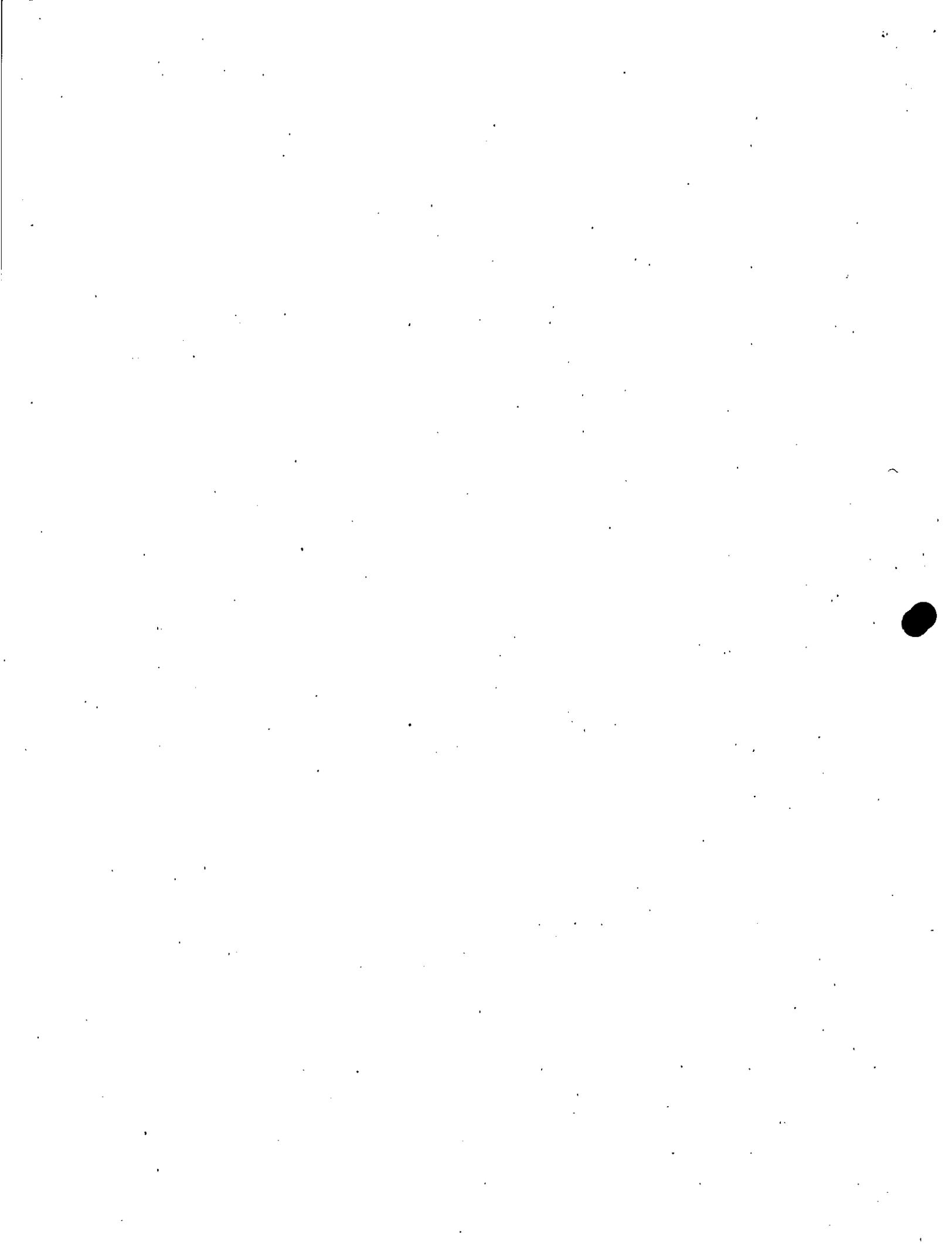
Ahora, para que sintamos esa dificultad de la econometría un poco más de cerca, vamos a imaginarnos que una de las 15 variables exógenas una es un saldo una diferencia entre dos cosas donde no nada más nos piden la diferencia, si no el valor de las dos cosas y vamos a decir que otra de esas 15 variables -- fuera una variable de estas binarias, que valen uno o cero, por ejemplo, si hay cambio de sexenio o no hay cambio de sexenio, lo que sea de ese tipo, de

si hay o no hay. Para simplificar el ejemplo, vamos a pensar que las otras 13 variables en vez de ser variables continuas con cualquier valor, pudieran tomar sólo tres valores, un valor bajo, uno mediano y uno alto. La probabilidad de que acertemos al marcador, al gol inicial y a los trece ganadores - de una quiniela de Pronósticos Deportivos es idéntica, y yo creo que si un econometrista es capaz de hacerlo consistentemente, lo que debe de hacer es dejar la profesión de econometrista y dedicarse al foot-ball.

En fin, todo ésto nos lleva nuevamente al libro "Dios y Golem, S. A.", que tiene una cosa muy sabia, dice: "..... no hay perspectiva de que pueda lograrse una medida muy precisa (nótese el muy precisa) de las cantidades -- involucradas", y se refiere a cantidades económicas y continúa ", el asignar a estas cantidades esencialmente vagas una significación para que tengan un valor preciso, no es útil ni honesto y cualquier pretensión de aplicar una formulación precisa (y aquí es donde entran los mínimos cuadrados) a estas cantidades indefinidas, es una impostura y una pérdida de tiempo".

Bueno, tal vez vayan a decir que Wiener es un poco duro en ésto que dice, pero no cabe más que reconocer que en buena medida tiene la razón, no podemos hacer una formulación precisa de un fenómeno que es completamente vago, no podemos hacer una formulación precisa de una cifra de la que va a haber cuatro versiones con diferencias hasta 80% ó del 90% en algunos casos, y en otros casos factores hasta de 10.

No es sano solo quejarse, hay que dar alguna recomendación, y de hecho, hemos estado trabajando ya desde hace algún tiempo en ella, aunque por desgracia en forma de tiempo parcial, pero hay una recomendación que es la segunda conclusión de esta plática, que dice que dados los errores aleatorios de medición y la naturaleza aleatoria de muchos fenómenos económicos, lo que tenemos que hacer es tratar en los modelos econométricos en forma explícita, el comportamiento aleatorio de las cifras económicas, a pesar de la enorme complejidad que ésto implica, es decir, no voy a pronosticar cuál va a ser la balanza de cuenta corriente para el año que entra, lo que voy a dar es una distribución de probabilidad, es decir, entre tanto y tanto con mayor probabilidad en tanto. Esto es una manera que creo mucho más correcta de analizar estos fenómenos que son inciertos.



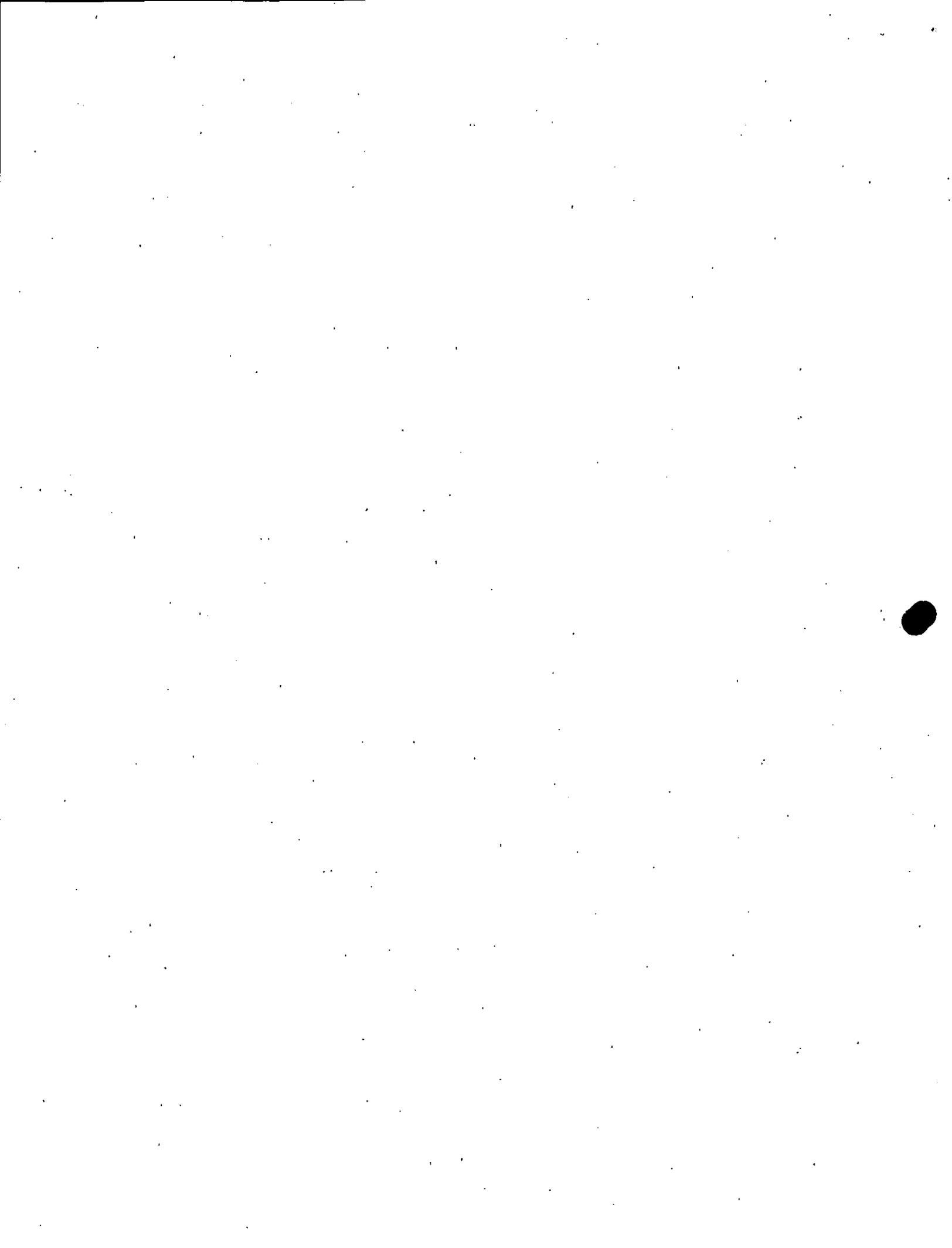
Hay desde errores de muestreo que no podemos evitar por muy buenos que sean los señores que están muestreando, hay problemas meteorológicos, hay problemas como las modas, hay incertidumbre y fuerte, de cuál va a ser el valor de las variables de política económica. Yo creo que lo más honesto es manejar en forma explícita este comportamiento aleatorio.

Si intentamos manejar la incertidumbre analíticamente, entraremos en problemas muy complejos. Imaginemos el resultado de multiplicar el tipo de cambio, que podría tener digamos una distribución gamma por el monto en dólares del incremento de deuda del sector público, con una distribución tal vez normal, para obtener la fracción del ingreso público que viene del extranjero.

Afortunadamente creo que hay algunas alternativas no tan complejas sobre todo basados en el lado de los métodos numéricos para hacer esto.

Y la final es el problema del cambio estructural. Cuando hacemos nosotros -- una regresión para sacar una ecuación lineal de lo que ustedes quieren, estamos, si usamos los datos de Cuentas Nacionales, que esto es lo mejor que encontramos, utilizando un pedazo de la decadencia del llamado Desarrollo estabilizador en el sexenio del Lic. Echeverría, vamos a estar utilizando cinco -- escasos años de expansionismo petrolero del sexenio pasado, vamos a estar utilizando este pedazo de lo que es la crisis de los 80, de 1982 a,..... pues nadie sabe bien, pero vamos a decir 1985, para pronosticar un fenómeno que no sabemos qué va a ser, que no sabemos cuándo va a empezar y no sabemos cuándo va a terminar.

Este problema del cambio estructural que ya tocó el Lic. Clavijo, yo creo que lo vivimos todos los que hacemos econometría todos los días, pues es un problema que merece una atención grande, esto está aunado a lo que decía el Maestro Sabau, del problema de lo corto de las series de tiempo que tenemos. Irnos más para atrás del sexenio del Lic. Echeverría es difícil, y además los -- problemas del cambio estructural son más graves todavía.



Aquí algo tenemos que hacer, y de aquí surge la tercera conclusión que yo --- creo que es un consenso y es un clamor, que dice que en el momento presente - es más importante estudiar los cambios estructurales del sistema económico, - antes de que se presenten, es decir, cuando empiezan a gestarse, que modelar fenómenos de inercia..

Ahora por desgracia, los métodos econométricos normales, lo único que nos dan son fenómenos de inercia, de donde en forma global, lo que podemos sacar de - esta experiencia personal, es que tenemos que hacer una metodología nueva, pe ro nueva por todos lados. Una metodología que nos permita manejar explícitamente los fenómenos de carácter aleatorio y una metodología que resuelva los problemas de los cambios estructurales de alguna manera, no se cómo, por más que he intentado, coincido en que no hay ninguna metodología satisfactoria -- hasta el presente, ahora. Esto va a llevar muchos años, mientras tanto. ¿qué debemos hacer?.

Lo primero que debemos de hacer creo yo, es ayudar a que haya mejor informa-- ción, colaborar, apoyar a las autoridades para mejorar la calidad de nuestra información, luego debemos de empezar a tratar cuando menos en una forma bur da, el problema de la incertidumbre, aunque sea en vez de plantear tres esce-- narios, que tal si planteamos 80, y entonces ya tenemos una idea de qué puede pasar con ciertas variables, y apoyar también la investigación, retroalimen-- tando a los investigadores con nuestra experiencia diaria.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LAS INVERSIONES ALTERNATIVAS DE JUAN SINTIERRA

ANGEL SCIARA

SEPTIEMBRE, 1984

LAS INVERSIONES ALTERNATIVAS DE JUAN SINTIERRA

(Un ejemplo sencillo de evaluación de proyectos en economías con inflación).

En julio de 1983 Juan Sintierra regresa a su país después de muchos años de trabajar como bracero en los EE.UU.

Decidido a quedarse a vivir definitivamente en su tierra, desea invertir adecuadamente sus ahorros —los que ascienden a 10.000,00 dólares— para no preocuparse demasiado por su subsistencia en el futuro. Sus viejos amigos —cuates de la colonia donde vivió hasta antes de irse— le aconsejan que compre un terreno (no hay nada más seguro que los bienes inmuebles, le dicen) en alguna zona que, como consecuencia de un previsible proceso acelerado de urbanización, se valore rápidamente y fuertemente, antes que dejar los ahorros depositados en un banco de los EE.UU., (por qué dejarle a los gringos tanta lana ganada con esfuerzo, alegan).

Juan Sintierra se encuentra confundido, dubitativo. Alguien le indica que en esas circunstancias, para tomar una decisión que sea más racional que emotiva, lo mejor es consultar a un especialista en evaluación de proyectos. Juan Sintierra considera atinada la sugerencia y busca el asesoramiento adecuado. La información que se genera y el desarrollo de la conversación es la siguiente:

Vea Sr. Sintierra, según los antecedentes y las ideas de inversión que usted nos expone y siendo el tipo de cambio (precio en pesos de un dólar) en esos momentos de 25,60 pesos, todos sus ahorros le permitirían comprar un terreno de 256,000.00 pesos. Nuestra investigaciones de las localizaciones alternativas y sus respectivas ganancias de plusvalía, nos permiten asegurarle que un terreno de ese valor original podrá ser vendido, digamos, tres años después, es to es, en julio de 1986, en exactamente 562,432.00 pesos. Esto significa que a precios corrientes, es decir, midiendo los gastos e ingresos por venta en la moneda del año en que los mismos ocurren (1983 y 1986 respectivamente), usted obtendrá una tasa interna de retorno (TIR) que en esas condiciones nosotros, los economistas, denominamos nominal, del 30% anual.

A estas alturas Juan Sintierra estaba más confundido que nunca y no entendía como, por arte de magia, una diferencia de más del doble se transformó en menos de un tercio .

El analista no se percató de ello y como algo que lo caracterizaba era la rigurosidad, prosiguió: Esa TIR resulta de considerar un flujo de gastos e ingresos netos como el que se expresa en la ecuación:

$$- 256.000 + 0 + 0 + \frac{562.432}{(1 + i)^3} = 0$$

Esto último fue demasiado para Juan Sintierra y hasta allí no más pudo llegar el especialista; ya había hablado mucho, y ahora le tocaba decir algo a él. Con lo poco que había retenido —lo que más le sonaba era lo del 30%—

dio su opinión en el sentido de que el negocio le parecía interesante ya que la alternativa era dejar sus ahorros depositados en un banco de los EE.UU., donde le pagarían un interés del 11% anual y creía saber que 30 era mayor de 11. Ante este comentario, el asesor, tipo honesto y buen técnico, encuentra un nuevo cauce para su asesoramiento.

Fíjese Sr. Sintierra, le dice, que si usted decide qué hacer con sus ahorros en base a esos indicadores se está dejando guiar por una "ilusión monetaria". Usted no está acostumbrado a vivir en economías con inflación, es decir, en las que se produce (para no meterse en camisa de once varas el especialista omite mencionar las causas de la inflación) un significativo y perdurable incremento en el nivel general de precios. En esas condiciones, como el poder adquisitivo del dinero se deteriora continuamente, para ser más rico se requiere no sólo tener más dinero (valor nominal por excelencia) sino, además, que con ello se tenga acceso a más "cosas" que antes (valor real de los resultados de la inversión). Permítame, le dice, aunque lo aburra un poco, que intente explicarle por qué el mayor valor que podrá obtenerse con la venta del terreno a los tres años de su compra se compone de un aumento real y de otro nominal. Juan Sintierra acepta a regañadientes; estaba metido en el baile y todo venía por el mismo precio. Y el asesor continúa:

Durante los últimos años hemos estado viviendo con una inflación del - - 24.83% anual. Las autoridades económicas del país están empeñadas en mantener durante los próximos años un aumento en el nivel general de precios similar a -

la inflación histórica. Por ese motivo, es realista suponer que los precios - futuros resultarán de extrapolar linealmente los actuales, creciendo a una tasa de 0.2483 por año, esto es, la inflación alcanzaría un 94.52% en los tres años de vida de su proyecto de inversión: "compra de un terreno para construcción residencial". Cuando usted venda el terreno, su precio estará aumentando "nominalmente" en una magnitud equivalente a la subida del nivel general de precios. Pero ese precio de venta puede ser depurado de tal aumento ilusorio mediante un procedimiento denominado técnicamente deflactación; por este medio dicho valor queda medido en moneda con valor adquisitivo del año base. Así, los 562,432 pesos divididos por 1.9452 se convierten en 289,138 pesos. Este nuevo monto nos está indicando que el valor del terreno (usted lo pagaría 256,000 pesos) habrá crecido más que el nivel general de precios, es decir, no sólo se producirá una plusvalía nominal sino también una plusvalía real. En otras palabras, una ganancia en términos reales significa que usted, Sr. Sintierra, podrá en 1986 comprar más "cosas" con la venta de su terreno — pese al aumento en el nivel general de precios— que las podría haber comprado en 1983 con sus ahorros. Para ponerle esto en una sola cifra que le permita decidirle diré, finalmente, que en una situación como la descrita su flujo de ingresos (medidos en moneda de 1983) sería:

$$- 256,000 + 0 + 0 + 289,138$$

del que resulta una TIR, que, para diferenciarla de la anterior calculada a precios corrientes denominaremos TIR real, del 4.14%.

Juan Sintierra estaba mareado con tantas palabras y con los para él sofis-

ticados razonamientos económicos hechos con tan pocos números. La luz de su entendimiento le permite distinguir, todavía, qué número es mayor que otro, y así ~~que~~ con seguridad le dice a su asesor que entonces le conviene dejar sus ahorros en un banco de EE.UU. donde obtendría un interés del 11% anual, ~~y~~ agregando, si todavía es cierto que 11 es mayor que 4.14.

Con voz queda, por temor a disgustar a su cliente, el especialista, le responde: Su última duda es razonable Sr. Sintierra. Efectivamente, dadas ciertas condiciones, existen casos en que 11 no es mayor que 4.14 y este puede ser uno de ellos. No se sienta contrariado y permítame que le explique. Juan Sintierra ya había llamado a la paciencia y sin un sí ni un no se dispuso a escuchar.

Vea usted, la economía de los EE.UU es bastante estable, sin embargo, aunque baja, ellos también tienen inflación. Así las cosas, el 11% de interés bancario que a usted le ofrecen es nominal. Para no caer en el error de comparar -gordura (aumento real) con hinchazón (aumento nominal) —aquí el asesor quiso romper el hielo con una variable coloquial— hay que transformar el interés nominal en su correspondiente interés real. Para ello se puede ajustar el primer por la tasa de inflación anual esperada en los EE.UU, utilizando la fórmula:

$$ir = \frac{1 + in}{1 + I} - 1$$

Los últimos informes económicos indican una tasa de inflación esperada del 6% anual, entonces:

$$i_r = \frac{1 + 0,11}{1 + 0,06} - 1 = \frac{0,05}{1,06} = 4,71\%$$

Como usted observará, de un interés nominal de 11% resulta un interés real de 4.71%.

Esta vez Juan Sintierra cree ~~ser~~ quedar convencido por el irrefutable poder de los números; ahora sí, piensa, no hay duda que siendo 4.71 mayor que 4.14 lo que más le conviene es dejar sus ahorros en los EE.UU y no traerlos al país para comprar un terreno. No obstante, su intuición le indica, difusamente, que hay algo que no anda bien. Luego de cavilar un rato, se sonríe y le recuerda al asesor: vea señor, usted se olvida que yo quiero quedarme a vivir en mi país para siempre, en consecuencia, creo, no me debe interesar sólo lo que puedo ganar en EE.UU, sino, y aquí le pido prestado su palabra, cuánto más rico soy en mi país, invirtiendo en él o en los EE.UU.

! Que había resultado abusado el Sr. Juan Sintierra! le responde el especialista, y agrega: Lo que su sentido común le está diciendo es que todo dependerá de cual sea la evolución del tipo de cambio y de su relación con la inflación en el país. Si usted lo dice, así será, contesta Juan Sintierra.

Los 10,000 dólares que usted tiene ahorrados, puestos en depósito a interés compuesto a una tasa del 11% anual, se convertirán, al cabo de tres años, en:

$$10.000 (1 + 0,11)^3 = 10.000 \times 1.3676$$

$$= 13.676 \text{ dólares}$$

Cuando a usted le envíen esa cantidad, para poder usarla la deberá cambiar por pesos en un Banco Nacional, al tipo de cambio que esté vigente en ese entonces. Vamos a suponer que las autoridades económicas logren, tal como es su deseo, que se mantenga el ritmo histórico de devaluación del peso el que ha sido del 4.94% anual. En ese caso al cabo de tres años el precio de un dólar sería:

$$25.6 (1 + 0,0494)^3 =$$

$$= 25.6 \times 1,1556 = 29,58 \text{ pesos}$$

De esta manera, por los 13,676 dólares que usted reciba, el banco le entregaría:

$$13.676 \times 29.58 = 404,536 \text{ pesos}$$

Pero igual que en la venta del terreno, este es un monto en términos nominales. Recuerde usted que en esos mismos tres años el nivel general de precios internos habrá crecido (inflación) en un 94.52%; en consecuencia, el resultado de la inversión hecha en los EE.UU, medido en términos reales en el país, se obtiene deflactando la cantidad obtenida, así:

$$\frac{404.536}{1.9452} = 207.966$$

A lo largo del tiempo, usted obtendría un flujo de ingresos, medido en moneda nacional con poder adquisitivo constante, tal como:

$$- 256.000 + 0 + 0 + 207.966$$

del cual resulta una TIR real de - 6.7% es decir, negativa.

El asesor, que había estudiado (y aprendido) economía, trata de culminar su misión explicando a Juan Sintierra que tal resultado poco satisfactorio se debe a que la devaluación ha llevado un ritmo más lento que el crecimiento del nivel general de precios; que ello es conveniente para los inversionistas extranjeros de corto plazo, especulativos; que las tasas de interés reales negativas ha sido política de los gobiernos para favorecer la inversión, etc. Pero Juan Sintierra ya no lo escuchaba; se le había quedado gravado lo negativo. Desde siempre sabía que lo negativo quita y lo positivo agrega, así que deducía que si quería ser más rico en el futuro debía invertir en su país y no en los EE.UU. A todo esto, el asesor seguía hablando sobre la posibilidad de un proyecto productivo; que podría tener rendimientos anuales; que se lo analizaría sin costo alguno, etc. A Juan Sintierra, que ya estaba entendiendo de evaluación de proyectos, le gustó el juego y aceptó la propuesta. (continuará).

Lic. Angel J. Sciara

Agosto 16 de 1983



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LA FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS Y SU MARCO TEORICO

SEPTIEMBRE, 1984

LA FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS Y SU MARCO TEORICO

I.- LA FORMULACION Y EVALUACION DE PROYECTOS Y SU REALIZACION CON LA PROGRAMACION DE LAS INVERSIONES PUBLICAS

1.1 Los Planes de Desarrollo

La formulación y evaluación de proyectos de inversión representa hoy en día, la posibilidad real y concreta de estructurar un medio apropiado para que las inversiones tanto públicas como privadas se canalicen en forma óptima; y con ello los resultados contribuyan al desarrollo económico de los países en desarrollo. Sin embargo los proyectos no deben ser aislados independientes, sino que deben formar parte de un esquema de desarrollo que los enmarque y los crase. Consecuentemente, esto conduce al análisis de los planes de desarrollo económico.

Normalmente, se tiende a concebir a cualquier acción del gobierno en materia de inversiones como un plan; no obstante, éste se define como "el esquema de desarrollo que comprende todo el territorio nacional y todos los sectores; y además prevé no solamente las inversiones públicas sino también las privadas, y su objetivo general es el de incrementar la renta nacional" ^{1/}. Cuando un esquema de desarrollo no tiende a alcanzar resultados óptimos o al menos positivos en términos de renta no merece el calificativo de plan, independientemente de que se obtenga incidentalmente un aumento de renta.

Las fases de la programación indispensables para formular un plan global son las siguientes:	
1) Establecer los objetivos generales del desarrollo económico.	
2) Realizar un diagnóstico de la situación actual del comportamiento de las variables económicas que afecten en el futuro al sistema económico.	
3) Determinar los objetivos y metas del plan y sus interrelaciones.	
4) Programar sectorialmente, o sea establecer los objetivos de producción de cada sector como el agrícola, el ganadero, el industrial, etc.	
5) Programar regionalmente, es decir, localizar las nuevas inversiones.	
6) Elaborar el programa específico de inversiones públicas y definir y establecer la política económica del Estado, tendiente a influir sobre las inversiones privadas, y finalmente:	
7) Realizar la prueba de coherencia del plan.	

La parte más importante del plan la constituye el programa de inversiones públicas, el cual debe asegurar el aumento de producción capaz de satisfacer la demanda de bienes y servicios, final y derivada, pública y privada, interna y externa, prevista para cada sector durante el período del plan" ^{2/}.

1.2. Los Programas de Inversión: Esquemas de Desarrollo Parcial.

En la realidad vienen llamándose planes, a todos los programas de inversión, cualquiera que sea el campo cubierto por ellos como regionales, sectoriales, de inversiones públicas, etc. A estos debe llamárseles simplemente "programas" de inversión, siendo esquemas de desarrollo parcial: los cuales pueden adoptar las siguientes variantes:

- 1) Agregativos, Cuando solamente dan indicaciones sobre las inversiones públicas que se realizan en grandes sectores como el del acero y en ciertas regiones de un país -- donde existen grandes recursos naturales sujetos a explotación.
- 2) Nacionales Públicos, Los que toman el simple papel de presupuestos públicos, y se refieren a la orientación que se les da a los recursos monetarios del país.
- 3) Sectoriales, Su objetivo principal es el de desarrollar específicamente aquel sector de la economía en el que estén interesados tanto los inversionistas privados como el gobierno. Tal es el caso, por ejemplo, de las inversiones que se realizan en la agricultura, minería, industria, etc.

^{1/} Marrama Vittorio, Problemas y Técnicas de Programación Económica, Aguilar, 1970, p. 8.

^{2/} Op. cit. p. 108.

- (2)
- 4) Regionales. Se formulan cuando la acción del Estado se limita al desarrollo de ciertas regiones, que pueden abarcar uno, dos o más Estados, departamentos o zonas. En algunas ocasiones, por convenio suscritos, abarcan dos países.
 - 5) Individuales. Estos se refieren específicamente a proyectos de inversión pública con mayor o menor participación privada, los que pueden ser aislados o ligados entre sí.

Cualquiera de estos esquemas de desarrollo parcial "sólo puede obtener el óptimo de la utilización de los recursos disponibles en el ámbito del programa mismo" 3/. Por lo tanto, sus alcances son limitados. Sin embargo, no existe ningún impedimento para que en estas circunstancias y a falta de las condiciones sociales, políticas y económicas adecuadas para formular un plan, sea posible proceder a una programación racional.

I.3. El Proyecto como un Caso de Programación Parcial.

De entre los tipos de programación parcial más importantes se encuentra el más micro-económico, o sea, el proyecto específico de inversión.

Existe una diferencia entre programa y proyecto: "el primero comprende una serie de proyectos específicos" 4/ y el segundo se refiere a una inversión concreta. Aparece, entonces, el análisis de los mismos como el último acto de la programación global desde arriba y el primero de la programación global desde abajo.

En los países de América Latina se han venido creando más que planes globales de desarrollo, esquemas de programación parcial; como los proyectos. Y de hecho, éstos se han destinado a resolver problemas regionales y estatales. De ahí la importancia que tiene su formulación y evaluación, al evitar el derroche de los recursos económicos, que de otra manera se perderían al no existir estudios apropiados.

II. EL PROYECTO Y SUS ETAPAS DE DESARROLLO

II.1. Definición del Concepto "Proyecto"

En términos comunes, un proyecto significa cualquier idea, siendo más generalizado el concepto arquitectónico o de ingeniería. Sin embargo, un proyecto, desde el punto de vista económico, es la "más pequeña unidad de inversión considerada en el curso de la programación, esto es, un mínimo de obras capaz de vida autónoma, que por razones de complementariedad técnica representa un todo en sí mismo, en el que no se puede prescindir de una de sus partes sin que se resientan las otras" 5/.

Las Naciones Unidas lo definen diciendo que un "Proyecto es una unidad de actividad de cualquier naturaleza, que requiere para su realización del uso o consumo inmediato o a corto plazo de algunos recursos escasos o al menos limitados (ahorros, divisas, talento especializado, mano de obra calificada, etc.), aun sacrificando beneficios actuales y asegurados, en la esperanza de obtener, en un período de tiempo mayor, beneficios superiores a los que se obtienen con el empleo actual de dichos recursos, sean éstos nuevos beneficios financieros, económicos o sociales" 6/.

II.2. Tipos Comunes de Proyectos

El planeamiento y la ejecución de cualquier inversión pública o privada puede ser realizada a base de proyectos, los cuales se clasifican en la siguiente forma: 7/.

3/ Idem. p. 9.

4/ Op. cit. p. 6.

5/ Op. cit. p. 147.

6/ Cuadernos de Tipos. Notas sobre Formulación de Proyectos. Serie II/Anticipios de Investigación No. 12. p. 2.

7/ Formulación y Evaluación de Proyectos; Aspectos Técnicos. Apuntes del Programa Nacional de Capacitación Tecnológica (Secretaría de la Presidencia).

a) Proyectos Agropecuarios:

Abarcan todo el campo de la producción animal y vegetal; las actividades pesqueras y forestales se consideran a veces como agropecuarias y otras como industriales. Los proyectos de riego, colonización, reforma agraria, extensión y crédito agrícola y ganadero, mecanización de faenas y abono sistemático suelen incluirse en los proyectos complejos de esta categoría aunque individualmente pudieran clasificarse como proyectos de infraestructura o servicios.

b) Proyectos Industriales:

Comprende toda el área manufacturera, la industria extractiva y el procesamiento de los productos extractivos, de la pesca, de la agricultura y de la actividad pecuaria.

c) Proyectos de Infraestructura Social:

Tienen la función de atender necesidades básicas de la población, como salud, educación, abastecimiento de agua, redes de alcantarillado, vivienda y ordenamiento espacial urbano y rural.

d) Proyectos de Infraestructura Económica:

Incluye los proyectos de unidades directa o indirectamente productivas que proporcionan a la actividad económica ciertos insumos, bienes o servicios, de utilidad general tales como energía eléctrica, transporte y comunicaciones. Esta categoría comprende los proyectos de construcción, ampliación y mantenimiento de carreteras, ferrocarriles, aerovías, puertos y navegación, centrales eléctricas y sus líneas y redes de transmisión y distribución, sistemas de telecomunicaciones y sistemas de información.

e) Proyectos de Servicios:

Son aquellos cuyo propósito no es producir bienes materiales, sino prestar servicios de carácter personal o a través de instituciones. Incluidos entre ellos los trabajos de investigación tecnológica o científica, la comercialización de los productos de otras actividades y los servicios sociales que no están incluidos en la infraestructura social.

II.3.

Las Etapas de un Proyecto

Se piensa que todos los estudios de ciertas ideas se pueden llamar proyectos. Para llegar a este concepto, se tiene que pasar por una serie de etapas o análisis de dichas ideas. Así mismo, existe la tendencia a utilizar los vocablos factibilidad, pre-factibilidad, preinversión, etc., para denominarlos; aunque la verdad sea dicha, éstos no representan más que desvíos del lenguaje técnico en cuestión.

Las etapas de análisis mencionadas, son las siguientes:

1) Identificación de la idea. - Se trata de reconocer, basándose en la información existente e inmediatamente disponible, si hoy o no alguna razón bien fundada para rechazar de plano la idea del proyecto, si no la hubiese se adoptaría la decisión de proseguir con el análisis en la etapa siguiente; para ello, en esta primera etapa se trataría de definir y delimitar la idea del proyecto, identificando sus posibles soluciones y alternativas, técnicas y económicas, mediante el estudio de los siguientes temas.

1) Mercado y Tamaño. - Se realiza una breve inspección del mercado, principalmente haciendo uso de las estadísticas disponibles que permitan obtener datos acerca del volumen y valor de la oferta, su origen y los indicadores de tipo general sobre la evolución de la demanda. Lo más importante es detectar los factores limitantes del mercado, respecto a la inexistencia de niveles de demanda adecuados; a la poca accesibilidad a la demanda, etc.

También a nivel de idea, deberá hacerse una estimación aproximada de ciertos tamaños de producción aceptables.

ii) Disponibilidad de insumos. - Se trata de analizar la existencia de un recurso o recursos que constituyen la materia prima básica y demás elementos complementarios de la producción de un bien; su localización geográfica, medición estimada, su estado actual de explotación y las posibilidades técnicas, futuras, de explotación.

iii) Tecnología. - Fundamentalmente es el estudio de la tecnología adecuada, para producir el tipo de bien de que se trate y su disponibilidad nacional o extranjera.

iv) Monto de la Inversión. - Derivado del tema anterior, la cantidad aproximada, que se requiere invertir y la capacidad financiera del patrocinador o patrocinadores; finalmente,

v) El Marco Físico, Social y Político. - El cual incluirá un breve análisis sobre las deficiencias de la infraestructura, la capacidad ociosa en plantas industriales similares existentes en la región o país; las disposiciones legales vigentes en el lugar y que afectan a la idea de inversión; la ecología, etc.

Lo importante es dejar establecido que en esta primera etapa, independientemente de que haya sido aceptada o no, se deben señalar aquellos aspectos del problema que representen un obstáculo para la consecución del objetivo final, y que deban estudiarse en el siguiente paso denominado:

2) El Anteproyecto Preliminar. - Su característica principal es... la de ser como un filtro, como un tamiz que permite llevar a cabo una importante depuración entre los posibles caminos que "con mayor éxito" puedan conducir al resultado buscado 8/. Lo que se pretende es analizar las posibles soluciones para el aprovechamiento por ejemplo de un recurso natural, y seleccionar una de ellas.

Alf igual que en la primera etapa, se revisan los aspectos de mercado y tamaño, disponibilidad de insumos, tecnología disponible, monto de la inversión, otros factores limitantes, etc. . . . "la cuantificación de los elementos principales del proyecto se referirá a precios y costos corrientes, no corregidos por ningún factor que trate de restaurar equilibrios o contemplar a través del instrumento de los precios, orientación de política". . . Los "costos que se manejan deben corresponder a estimaciones obtenidas para el caso particular en estudio, no a simples informaciones obtenidas de catálogos, revistas especializadas u otras fuentes similares" . . . "las estimaciones burdas, en cambio, basadas tan sólo en informaciones de tipo estadístico, corresponden a la etapa de identificación de la idea" 9/.

En el aspecto tecnológico lo fundamental es, seleccionar una alternativa de proceso - tomando en consideración dos aspectos importantes: la estimación de los costos de inversión y operación del proyecto y la mayor o menor utilización de capital y mano de obra. El problema de localización deberá ampliarse sin llegar al detalle del punto óptimo de ubicación.

Finalmente, deberán manejarse datos generales sobre el monto de la inversión en los activos fijo y diferido, el capital de trabajo y las posibles fuentes de financiamiento. Siendo éste último el resultado de la etapa.

3) El Anteproyecto Definitivo (Estudio de Factibilidad). - Se trata de ordenar las alternativas de solución para el proyecto, según ciertos criterios elegidos para asegurar la optimización en el uso de los recursos empleados tanto desde el punto de vista del empresario público, como desde el punto de vista de la economía en su conjunto.

Esta etapa de la elaboración de proyectos llega a recomendar la alternativa de solución considerada como la mejor, dados los recursos disponibles y las restricciones a su empleo.

Los estudios comprendidos en esta etapa de desarrollo de los proyectos, deberán realizarse con todo el rigor científico requerido para presentar el documento a una institución u organismo financiero, que será la encargada de tomar la decisión de llevar adelante el proyecto, mediante el otorgamiento de los fondos necesarios para su construcción.

En el apartado número III se presentarán en una forma más amplia, las características de un anteproyecto definitivo.

3

4) Proyecto Detallado - Una vez aprobado el financiamiento, el siguiente paso será el de realizar un análisis de ingeniería en el que se especifiquen, con el máximo detalle, las condiciones y características técnicas que debe cumplir en la realidad la futura empresa. El resultado recibe el nombre de "Proyecto de Inversión".

8/ Cuaderno del Iipes. Notas Sobre Formulación de Proyectos. Serie III/Anticipos de Investigación No. 12, P.26.

9/ Idem. p. 29.

III. LA FORMULACION DE UN ANTEPROYECTO DEFINITIVO (ESTUDIO DE FACTIBILIDAD).

III.1. Definición y Propósitos.

El anteproyecto definitivo (también denominado estudio de factibilidad o de viabilidad Técnica-Económica), es una investigación que abarca todos los datos e informaciones relevantes para un proyecto de inversión; estos datos e informaciones son ordenados y presentados en forma sistemática, suficiente y adecuada para facilitar una decisión en cuanto a la implementación técnica y económica del proyecto.

Esta definición señala claramente el propósito de un Estudio de Factibilidad como instrumento para tomar decisiones y en este caso, es un instrumento para tomar una decisión acerca de una inversión. Por lo tanto, la recolección y la investigación de los datos se guía por el propósito de tomar una decisión.

El Estudio "debe desarrollarse de un modo ordenado, como una investigación y un análisis completos, para evitar las pérdidas que ocasiona el emprender un proyecto incorrecto. El procedimiento debe permitir la fácil eliminación del proyecto, con un mínimo de gasto inútil, si se aclara en cualquier momento que no debe continuarse con él. De estos principios se desprenden dos conclusiones: la investigación y el análisis técnicos, económicos y financieros de un proyecto propuesto, deben coordinarse y escalonarse en fases, según una norma concreta, de manera que no se olvide ningún aspecto importante; y solo deben contraerse compromisos financieros paso a paso, a medida que se comprueba por el trabajo ya hecho la validez de cada paso. Si no se sigue este avance sistemático es fácil invertir grandes sumas de dinero en un proyecto que tiene que abandonarse posteriormente o continuar con otro improductivo por haberse invertido ya demasiado en él". 10/.

III.2. CONTENIDO Y SECUENCIA DE SU FORMULACION

Los estudios correspondientes se dividen en cuatro grandes temas: Mercado y comercialización; Aspectos técnicos del proyecto; Presupuestos y financiamiento; Organización de la empresa y evaluación económica y social. A continuación se explican, tanto su contenido como la secuencia de

1) Estudio de Mercado y Comercialización. - "El objetivo del estudio de mercado en un proyecto consiste en estimar la cuantía de los bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios. Esta cuantía representa la demanda desde el punto de vista del proyecto y se especifica para un período convencional" 11/.

10/ MURRAY D. BRYCE: Desarrollo Industrial. Guía para Acelerar el Crecimiento Económico. MC.GRAW-Hill Book Company. 1961.

11/ ONU. Manual de Proyectos de Desarrollo Económico. México 1958, p.18.

Para el desarrollo de la parte de Mercado, se utiliza básicamente la investigación directa aplicada a los consumidores con el fin de calcular la demanda actual local, regional, estatal, nacional, etc.; las funciones que la relacionan con los precios, el ingreso y el gasto y poder proyectar el consumo en los próximos años. Además, se realiza una encuesta a la gran mayoría de los establecimientos comerciales para definir el tipo de producto o productos que se distribuyen y las posibilidades de ingreso de nuevos tipos de mercancías.

La investigación de la oferta se realiza tanto en fuentes directas como estadísticas.

2) Aspectos Técnicos del Proyecto, - "Se refiere a aquella parte del estudio que se relaciona con su fase técnica, es decir, con la participación de los ingenieros en las etapas del estudio, instalación, puesta en marcha y funcionamiento del proyecto"^{12/}.

En este tema se incluye la macro y microlocalización del proyecto, la disponibilidad de las materias primas básicas, secundarias y complementarias; el tamaño de producción -- elegido, de acuerdo a las posibilidades de mercado presentes y futuras; el proceso de producción y la descripción de la maquinaria.

3) Inversiones, - La consecuencia del punto anterior, es la estimación de las inversiones detalladas en la maquinaria, edificio, instalaciones, equipo auxiliar; en los gastos de instalación, puesta en marcha y en el capital de trabajo.

4) Presupuestos y Financiamiento, - La idea principal es la de proyectar los ingresos futuros del proyecto, los costos totales de producción, los costos financieros, las obligaciones fiscales y laborales, las utilidades obtenidas, las aportaciones de los socios y los créditos -- indispensables.

5) La organización de la futura empresa, debe concebirse según las necesidades planteadas y de acuerdo a las leyes mercantiles vigentes.

6) Evaluación Privada y Social, - "La evaluación consiste en realizar una apreciación comparativa entre las posibilidades de uso de los recursos representados por los proyectos -- de inversión"^{13/}.

En realidad esta definición es incompleta si se toma en cuenta que un nuevo proyecto tiene diferentes repercusiones tanto para la institución o entidad promotora, como para la sociedad en su conjunto.

Este tema suele considerarse por algunos autores como el análisis financiero y económico de los proyectos. El primero se refiere "en averiguar como se realizará la financiación de primer establecimiento, o sea, quién lo efectuará y de qué forma, a qué gastos de funcionamiento se atenderá, cuáles son los ingresos previsible, como tendrá lugar el reembolso de los gastos a la entidad financiadora, quién lo efectuará, en qué medida y en qué período de tiempo, así sucesivamente". En resumen "... trata de descubrir si los ingresos monetarios derivados del proyecto serán tales, que cubran los gastos de capital y explotación"^{14/}. Por su parte, el análisis económico, se refiere al estudio del impacto que produce un nuevo proyecto en la sociedad.

Otros autores hablan de los efectos hacia atrás (los que se producen principalmente en la demanda derivada) y hacia adelante (los que se producen en la demanda final) etc.

En este caso, el problema que se desea resolver, es determinar la forma de distribuir los recursos económicos de tal manera que su empleo sea óptimo. Ello implica establecer preferencias entre distintas alternativas.

Para ésto se necesita medir la relación que existe entre los recursos utilizados con los resultados o beneficios obtenidos, utilizando, entre otras técnicas, como el valor presente, la tasa interna de rendimiento y el costo-beneficio. A su vez, la aplicación de estos indicadores tiene un sentido diferente cuando se refiere a tres distintos intereses, los cuales pueden ser:

- 1) El empresario
- 2) El proyecto en sí, y
- 3) La sociedad.

12/ Op. cit. p. 84.

13/ Op. cit. p. 209

14/ Marzenna Vittori, Problemas y Técnicas de Programación Económica, Ed. Aguilar, 1970, p. 149.

(7)

Los puntos 1) y 2) caen en lo que se denomina Evaluación Privada; y el punto 3), Evaluación Social.

Los datos y la información deben ordenarse y presentarse en una forma que permita un resumen fácil de los resultados. La forma de la presentación es muy importante para tomar una decisión; por consiguiente, debe ser objetiva y señalar tanto los resultados positivos como los negativos. El término suficiente implica que el estudio sea amplio, ya que una investigación incompleta no es adecuada para tomar una decisión bien fundada.

Por lo general, el objetivo del estudio se limita a la investigación de la factibilidad técnica y económica. Por lo tanto, todas las consideraciones y los detalles que se presentan después de haber tomado una decisión acerca de un proyecto no se tratan en un estudio de factibilidad. Entre estos factores, los de mayor relevancia práctica son aquellos que se refieren al financiamiento del proyecto. De hecho, un estudio, con frecuencia es el instrumento para llevar a cabo las negociaciones con instituciones financieras y con futuros inversionistas. Esta es otra razón por la cual no se incluyen propuestas o recomendaciones acerca del tipo de financiamiento de un proyecto para no perjudicar estas negociaciones. Este no es el caso si el inversionista mismo presenta el estudio, y si posiblemente desea ofrecer algunas condiciones atractivas. Por lo general, en el estudio tampoco se incluyen los detalles acerca de la realización técnica y comercial, tal como la selección de los abastecedores de maquinaria y de administración. Su propósito es el de enfocar y de proporcionar una base para tomar una decisión de inversión, y por lo tanto, su contenido no debe anticipar ninguna acción que deba seguirse después de haber tomado esa decisión.

IV. LIMITACIONES DE LOS PROYECTOS

Cuando se analiza un proyecto se tienen que tomar en cuenta las limitaciones que existen en una serie de aspectos, que hacen que la libertad con que se estimen ciertos datos, o se hacen supuestos, sea más o menos relativa.

Estos aspectos se relacionan con:

IV.1 El Mercado

Se presentan limitaciones con el mercado porque en algunos casos puede existir una demanda potencial importante que para convertirla en demanda real serán necesarios mecanismos publicitarios o promocionales que hagan que el consumidor actúe motivado hacia la acción efectiva de la compra.

Cuando el producto es nuevo, por lo general, no existe una demanda verdadera en el sentido estricto de la palabra; ésta debe crearse y si bien es cierto que no existe competencia, se tendrán que interponer los medios necesarios para acercarse al consumidor.

De todos modos y en cualquier caso, la instalación de una nueva empresa no implica la recurrencia automática del mercado hacia ella y por lo tanto la organización comercial deberá proyectarse para una enérgica actuación en la transposición del mercado comprador de otras fuentes de oferta hacia la recientemente creada.

Otra limitación por el mercado, es la del tamaño regional de la demanda, ya que algunos proyectos no pueden ser rentables si sólo contemplan la satisfacción de una demanda local. En este caso debe precisarse, desde el principio, en que el proyecto puede necesitar distribución a nivel nacional y en algunos casos internacional.

IV.2 Diseño del Producto

La teoría necesaria para la creación y elaboración de un producto, concluye en la generalización abstracta o en un producto definido a la manera como teóricamente fue desarrollado en otro país. En el primer caso deberá contarse con los conocimientos técnicos para crear realmente el producto en todos sus detalles partiendo del proceso de producción y medios auxiliares disponibles. Para poder permanecer en el mercado es necesario desarrollar variantes cada vez mejores, en el diseño del producto, algunas de ellas podrán ser sustanciales y otras de menor cuantía, pero en cualquier caso requieren de una buena organización técnica. Si por el contrario, se trata de un producto diseñado en otro país, su copia rigurosa puede traer grandes dificultades porque no estará adaptada a la tecnología de proceso disponible o requerirá niveles de producción que por su costo son muy difíciles de obtener en la zona. La "traducción" de los planos, especificaciones y detalles menores del producto es un labor que requiere un conocimiento profundo de las responsabilidades del área y no debe descuidarse en la preparación del proyecto.

IV.3 Tecnología del Proceso

Para algunos productos existen procesos de tecnología muy avanzada que requieren equipos de capacidad muy superior a la demanda que se desea satisfacer; como consecuencia, el proyecto, en su tamaño mínimo técnico, se muestra sobre-dimensionado y puede suceder que tecnologías menos avanzadas sean más convenientes por requerir menos inversión, ser más flexibles y necesitar menos entrenamiento básico.

IV.4 Materias Primas

Las materias primas representan también una limitación importante, no sólo por la cantidad disponible en la zona sino por su calidad. Los procesos y equipos que precisan instalarse pueden provenir de países de tecnología desarrollada, donde se utilizan materias primas similares a las disponibles en la zona del proyecto, pero no idénticas y los equipos pueden estar diseñados para la calidad existente en el país de origen que no es posible conseguir en el área del proyecto.

Por otra parte debe considerarse que en zonas con desarrollo incipiente puede existir una cierta materia prima, pero no existe la seguridad del suministro continuo; en estos casos deben preverse inversiones adicionales en inventarios y la combinación de las compras locales con importaciones.

IV.5 Mano de Obra

En algunas regiones la mano de obra es abundante, pero tiene poco entrenamiento básico e incluso muchas veces es analfabeta. Instalar un proyecto en zonas donde la mano de obra va a ser entrenada, implica un esfuerzo sumamente grande, que no puede dejar de tenerse en cuenta.

Tampoco deben dejar de considerarse las costumbres de trabajo en la zona, pues en algunos casos el trabajador agrícola siente que su presencia según un horario determinado y rígido es innecesaria y pueden presentarse dificultades para lograr la mínima disciplina compatible con la organización fabril. En todo proyecto que se instale en una zona de desarrollo incipiente hay que tener en cuenta, inevitablemente el alto costo del entrenamiento y de reentrenamiento derivado de la alta rotación de la mano de obra.

Dentro de esta misma limitación debe considerarse el problema de las remuneraciones, pues un nivel demasiado alto puede conducir a la inasistencia sistemática, si no hay educación suficiente en la mano de obra.

Si el proyecto requiere gerentes, administradores, ingenieros diseñadores y especialistas de distinta índole, debe precisarse que la movilización de estos individuos hacia la zona del proyecto sólo podrá lograrse con remuneraciones mucho más altas que las que los satisficían en la que están radicados en el momento y que puede presumirse sea una zona industrial aparentemente.

Además debe tenerse en cuenta que una parte de la mano de obra intelectual tendrá que ser seleccionada localmente y entrenada especialmente para el proyecto. Por último debe pensarse que la mano de obra intelectual proveniente de otras regiones tendrá una alta rotación, porque muchas de ellas llegarán atraídas por la alta remuneración y volverán a su zona de origen cuando hayan logrado un "ahorro" que les satisfaga el sacrificio realizado.

IV.6 Proveedores de Partes y Servicios

La existencia local de proveedores de partes y servicios debe tomarse en cuenta. En zonas de desarrollo incipiente habrá que pensar en una etapa inicial de autoabastecimiento del proyecto puesto que no van a existir de inmediato proveedores hábiles. En zonas donde existan debe investigarse la calidad y seriedad de sus suministros e incluir en el proyecto las etapas de asistencia técnica para su desarrollo a los niveles de calidad y seguridad en la entrega, que el proyecto requiere.

IV.7 Insumos Auxiliares

La energía eléctrica disponible puede convertirse en una limitación importante porque puede no tener la calidad necesaria o no ser confiable, lo que exigirá una planta de fuerza motriz independiente, cuyo costo debe incluirse. Dentro de este mismo concepto debe estudiarse la existencia de abastecimiento de agua y de servicios industriales, los que en caso contrario deben incluirse en el proyecto a un costo adicional a veces muy alto.

IV.8 Comunicaciones

Tanto para la entrada de materiales y servicios como para la salida de los productos terminados, la infraestructura de las comunicaciones puede hacer variar las necesidades de inversión, los inventarios necesarios y las dimensiones del proyecto. Las comunicaciones orales o equivalentes, como el teléfono y el télex son factores que facilitan la operación o la limitan en caso de no existir.

IV.9 Factores de Clima y Estructura Geofísica

Son importantes en la zona donde se harán las construcciones del proyecto, pues una temperatura y humedad extremas exigirán instalaciones de aire acondicionado o calefacción y un suelo resaca o muy blando necesitarán cimientos o pilotajes especiales que en todo caso deben considerarse en el proyecto.

IV.10 Medios Económicos y Financieros

La capacidad limitada para invertir, obliga a veces al inversionista a seleccionar un tamaño y capacidad de producción que puede no ser la más adecuada. Sin embargo, sólo evaluando económicamente el proyecto, se sabrá si es o no rentable con el tamaño escogido. También a través de la evaluación podremos recomendar la política más conveniente para acumular los beneficios de los años iniciales y con éstos, ampliar posteriormente la planta para llegar así, a tamaños más rentables.

A veces el proyecto debe ajustarse a ciertas condiciones de disponibilidad de dinero, que pueden no ser las óptimas. Esto se presenta porque los inversionistas no cuentan con los recursos propios en el momento de la instalación y tienen que recurrir a un crédito limitado. De esta manera se tendrá que instalar el proyecto y ponerlo en marcha con un flujo financiero prefijado e invariable que puede no ser el adecuado.

IV.11 Limitaciones de Carácter Legal y Reglamentario

Pueden existir y no ser tenidas en cuenta en el proyecto. Los convenios prioritarios de leyes que reglamentan los horarios y edades de trabajo, autorizaciones para el consumo de energía, desagüe de aguas servidas y demás leyes y reglamentos aplicables pueden influir notablemente en la formulación de un proyecto si se toman debidamente en cuenta.

V. LA EVALUACION DE UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD.

En los párrafos anteriores se mencionó el concepto de evaluación, tanto desde el punto de vista financiero, como desde el punto de vista económico. En realidad, puede afirmarse que la medición de la capacidad del proyecto para generar por sí mismo los ingresos que permitirán su autofinanciamiento, así como del impacto que producirá el proyecto en la sociedad, forman parte del proceso de preparación del estudio.

Una vez que el estudio ha sido realizado y que se integra el documento resumen, éste se presenta ante determinada institución de crédito a fin de negociar el financiamiento para el proyecto. Es obvio que, antes de decidir su participación, la institución someterá el estudio a una revisión. Es aquí en donde se introduce el concepto de análisis de la consistencia y factibilidad de los proyectos. Es una etapa importante del ciclo porque durante la misma se efectúa un examen completo y sistemático de todos los aspectos del proyecto.

Las dificultades que presenta el análisis de la consistencia y factibilidad dependen en alto grado de cómo se haya preparado el proyecto. El análisis puede abarcar hasta seis aspectos del proyecto: El técnico, el económico, el comercial, el financiero, el administrativo y el de organización.

V.1. Aspecto Técnico

En el aspecto técnico se debe asegurar de que se han estudiado de modo adecuado todas las posibles alternativas y que se han hallado las soluciones técnicas correctas. Asimismo, se vuelven a examinar y confirman o revisan en caso necesario todos los aspectos del plan, las estimaciones de costos y los plazos fijos para la ejecución de las obras.

V.2. Aspecto Económico

Un aspecto importante de la labor que lleva a cabo el grupo encargado de la evaluación es el de asegurarse de que se han encontrado las soluciones técnicas correctas. Esto guarda estrecha relación con el aspecto económico.

V.3. Aspecto Comercial

El tercer aspecto del análisis es el comercial, y reviste particular importancia para las empresas lucrativas. En este aspecto están comprendidas todas las disposiciones relativas a las compras y ventas que se hacen en virtud del proyecto. La estimación de las ventajas comerciales entraña también una evaluación tanto de la demanda del mercado en lo que respecta al producto que se va a obtener mediante el proyecto como de la adecuación de los cauces de comercialización y de suministro de materias primas, mano de obra y otros recursos necesarios para el proyecto.

V.4. Aspecto Financiero

Naturalmente, este aspecto está estrechamente relacionado con el comercial. El estudio que se lleva a cabo cuando se trata de una empresa lucrativa es exhaustivo, y abarca todos los aspectos financieros importantes, pero a los efectos del presente artículo éstos pueden dividirse en dos clases. Una de ellas es el interés del Banco en que se cuente con fondos suficientes para la construcción del proyecto.

Uno de los aspectos importantes de todo análisis financiero puede ser el de velar porque exista un plan financiero que permita obtener fondos suficientes para llevar a cabo el proyecto en el plazo previsto. La otra cuestión de carácter financiero es la de si la empresa podrá hacer frente a todas sus obligaciones financieras una vez que se halle el funcionamiento. Puesto que lo normal es que el préstamo se otorgue directamente a la empresa que lleva a cabo el proyecto, es natural preocuparse en primer lugar de si podrá satisfacer el pago de su deuda con el banco. Pero, a su vez, éste se interesa en que el prestatario pueda cumplir todas sus obligaciones financieras, en que disponga de capital de explotación suficiente y en que sus recursos le permitan obtener suficientes fondos para financiar una proporción razonable de sus necesidades futuras de capital. De ahí que se lleve a cabo un estudio minucioso de la situación financiera de la empresa, y que se efectúen proyecciones basadas en el balance general, en el estado de pérdidas y ganancias y en el flujo de fondos.

A menudo, en el estudio financiero se subraya la necesidad de reajustar la estructura y, especialmente, el nivel de los precios que cobra la empresa. Los servicios que proporcionan las empresas financiadas por el Banco, tanto si son de propiedad estatal como privada, son generalmente de primera necesidad y están sujetas a un estricto escrutinio oficial.

V.5. Aspecto Administrativo

El quinto aspecto que se considera en el análisis de los proyectos es el administrativo, y comprende tanto la capacidad administrativa de los altos funcionarios de la empresa para dirigir la construcción del proyecto, y luego administrarlo, como la idoneidad de todo el personal que trabaja para la empresa y organización.

V.6. Organización

El sexto aspecto que hay que tener en cuenta es el de la organización, o sea la estructura administrativa de la empresa u organismo que lleva a cabo el proyecto.

Estas son algunas de las cuestiones principales que se plantean durante el proceso de análisis. De ahí que la mejora de los procedimientos y técnicas de evaluación sean una tarea continua. Para poder decidir entre las posibles alternativas se ha empleado el análisis de sistemas.

En el estudio relacionado con los costos-beneficios se está usando cada vez más el análisis de riesgos y de probabilidades, a fin de tratar de eliminar el elemento de incertidumbre inherente a muchas de las estimaciones de los proyectos. Cuando los costos económicos no se pueden percibir con exactitud basándose en los precios del mercado, se aplican los precios de "sombra".

PUNTOS BASICOS DE LA FORMULACION Y EVALUACION DE UN PROYECTO AGROINDUSTRIAL

1.- ESTUDIO DE MERCADO DE PRODUCTO

1.- EL PRODUCTO EN EL MERCADO

- PRODUCTO PRINCIPAL Y SUBPRODUCTOS
- PRODUCTOS SUSTITUTOS
- PRODUCTOS COMPLEMENTARIOS

2.- AREA DE MERCADO O ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

- UBICACION GEOGRAFICA
- POBLACION CONSUMIDORA
- INGRESOS DEL CONSUMIDOR
- COMPORTAMIENTO DEL CONSUMIDOR
- ANALISIS DE LA COMERCIALIZACION

3.- ANALISIS DE LA DEMANDA

- ANALISIS HISTORICO
- ANALISIS TEORICO
- DEMANDA FUTURA

4.- ANALISIS DE LA OFERTA

- COMPORTAMIENTO HISTORICO GLOBAL
- NUMERO Y PRINCIPALES CARACTERISTICAS DE LOS OFERTANTES
- OFERTA FUTURA

5.- ANALISIS OFERTA - DEMANDA

- DEMANDA INSATISFECHA

6.- PRECIO DEL PRODUCTO

- MECANISMOS DE FORMACION DE PRECIOS DEL PRODUCTO
- DETERMINACION DEL PRECIO Y SU EFECTO SOBRE LA DEMANDA

7.- COMERCIALIZACION

- CANALES DE COMERCIALIZACION
- POLITICA DE VENTA Y PRECIOS
- DISTRIBUCION FISICA
- PROMOCION Y PUBLICIDAD

8.- POSIBILIDADES DEL PROYECTO

- CONDICIONES DE COMPETENCIA DEL PROYECTO
- MERCADO POTENCIAL DEL PROYECTO

2.- ANALISIS DE LA PRODUCCION Y
DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA

1.- MATERIAS PRIMAS BASICAS

- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE LAS MATERIAS PRIMAS BASICAS

2.- LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS DE LAS ZONAS DE PRODUCCION

- UBICACION GEOGRAFICA
- INFRAESTRUCTURA Y VIAS DE COMUNICACION

3.- NIVELES, TENDENCIAS Y PARAMETROS DE LA PRODUCCION

- COMPORTAMIENTO HISTORICO DEL VOLUMEN DE PRODUCCION

4.- ORGANIZACION Y FORMAS DE PRODUCCION

- NUMERO Y TIPO DE PRODUCTORES
- VOLUMEN DE LA PRODUCCION POR UNIDAD ECONOMICA
- REGIMEN DE TENENCIA DE LA TIERRA
- ORGANIZACION PARA LA PRODUCCION
- CONDICIONES DE VIDA DE LOS PRODUCTORES

5.- ANALISIS TECNICO DE LA PRODUCCION

- TIPO DE EXPLOTACION
- PROCESO PRODUCTIVO
- CONSTRUCCIONES, INSTALACIONES Y MAQUINARIAS
- PRINCIPALES PARAMETROS
- RENDIMIENTOS
- CARACTERISTICAS CUALITATIVAS
- ASISTENCIA TECNICA

6.- ANALISIS COMERCIAL DE LA PRODUCCION

- DESTINO DE LA PRODUCCION
- CANALES DE COMERCIALIZACION Y DISTRIBUCION FISICA

7.- ANALISIS FINANCIERO DE LA PRODUCCION

- ESTRUCTURA DE COSTOS DEL PRODUCTOR
- INGRESOS POR VENTA
- FINANCIAMIENTO DEL PROCESO DE PRODUCCION
- RENTABILIDAD

8.- PERIODOS DE DISPONIBILIDAD DE LA PRODUCCION

- CICLO DE PRODUCCION Y ESTACIONALIDAD
- PERECIBILIDAD

9.- PRODUCCION DISPONIBLE PARA EL PROYECTO

- VOLUMEN DE PRODUCCION
- ALTERNATIVAS DE ZONAS PRODUCTORAS
- MEDIDAS DE POLITICA ECONOMICA
- PLANES DE AMPLIACION DE LOS PRODUCTORES
- PROYECCION DE LA DISPONIBILIDAD

10.- DISPONIBILIDAD DE INSUMOS COMPLEMENTARIOS

- DESCRIPCION GENERAL
- LOCALIZACION DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO
- PRECIOS Y MECANISMO DE ADQUISICION
- PERMANENCIA DEL SUMINISTRO

3.- LOCALIZACION Y TAMARO

1.- MACROLOCALIZACION

- ASPECTOS GEOGRAFICOS
- ASPECTOS SOCIOECONOMICOS Y CULTURALES
- INFRAESTRUCTURA
- ASPECTOS INSTITUCIONALES

2.- MICROLOCALIZACION

- MATERIAS PRIMAS E INSUMOS
- INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS
- MANO DE OBRA
- MERCADO DE CONSUMO
- ECONOMIA EXTERNA
- DIRECTRICES ECONOMICAS

3.- ANALISIS DE ALTERNATIVAS DE MICRO-LOCALIZACION

4.- TAMARO Y SUS FACTORES CONDICIONANTES

- MERCADO ACTUAL Y FUTURO
- DISPONIBILIDAD DE MATERIA PRIMA E INSUMOS
- CAPACIDAD MINIMA RENTABLE
- CAPACIDAD FINANCIERA
- MANO DE OBRA

5.- DEFINICION DEL TAMARO

6.- PROGRAMA DE PRODUCCION

4.- PROGRAMA DE PRODUCCION PRIMARIA Y ABASTECIMIENTO DE MATERIA PRIMA PARA EL PROYECTO

1.- MARCO DE REFERENCIA

- CARACTERISITCAS DE LA PRODUCCION PRIMARIA
- NECESIDADES DE MATERIA PRIMA
- CALIDAD DE LA MATERIA PRIMA

2.- PROGRAMA DE LA PRODUCCION PRIMARIA

- TECNICAS ALTERNATIVAS DE PRODUCCION
- PRODUCCION ESPERADA
- PRODUCCION PRIMARIA-PRODUCCION INDUSTRIAL
- NECESIDADES DE RECURSOS
- CALENDARIZACION DE LAS INVERSIONES
- CALENDARIO DE ASISTENCIA TECNICA

3.- PROGRAMACION DEL ABASTECIMIENTO

- CALENDARIO DEL SUMINISTRO
- TRANSPORTACION DE LA MATERIA PRIMA

BE
CE

5.- INGENIERIA DEL PROYECTO

1.- ESPECIFICACIONES INDUSTRIALES

- MATERIA PRIMA
- PRODUCTO TERMINADO

2.- PROCESO DE PRODUCCION

- ANALISIS Y SELECCION DE ALTERNATIVAS DE PROCESO
- DESCRIPCION DEL PROCESO

3.- MAQUINARIA Y EQUIPO

- SELECCION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO
- DESCRIPCION DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO
- CONDICIONES PARA LA ADQUISICION
- MANTENIMIENTO

4.- BALANCE DE MATERIA Y ENERGIA

5.- REQUERIMIENTOS DE INSUMOS Y SERVICIOS

- MATERIA PRIMA
- INSUMOS AUXILIARES
- SERVICIOS AUXILIARES
- MANO DE OBRA

6.- TERRENO

7.- OBRA CIVIL

- DISTRIBUCION Y DIMENSIONAMIENTO DE LA PLANTA INDUSTRIAL
- ANTEPROYECTO ARQUITECTONICO
- PRESUPUESTO DE LA OBRA CIVIL

6.- INVERSIONES

1.- INVERSION FIJA

- TERRENO
- EQUIPO Y MAQUINARIA
- EQUIPO DE VENTA
- EQUIPO DE OFICINA
- EQUIPO DE TRANSPORTE
- OBRA CIVIL
- IMPREVISTOS

2.- INVERSION DIFERIDA

- ESTUDIO DE PREINVERSION
- INGENIERIA DE DETALLE
- GASTOS DE INSTALACION, MONTAJE Y PUESTA EN MARCHA
- GASTOS DE ORGANIZACION Y CONSTITUCION DE LA EMPRESA
- PATENTES
- FLETES, SEGUROS DE TRASLADO E IMPUESTOS ADUANALES O DE IMPORTACION

3.- CAPITAL DE TRABAJO

- DINERO EN EFECTIVO
- INVENTARIO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS AUXILIARES
- INVENTARIO DE PRODUCTOS EN PROCESO
- INVENTARIO DE PRODUCTOS TERMINADOS
- CUENTAS Y DOCUMENTOS POR COBRAR

4.- RESUMEN DE LAS INVERSIONES

5.- CALENDARIO DE INVERSIONES

CRONOGRAMA DE CONSTRUCCION, INSTALACION Y PUESTA EN MARCHA

7.- FINANCIAMIENTO

- 1.- NECESIDAD DE CAPITAL
- 2.- FUENTE DE FINANCIAMIENTO
- 3.- COMPOSICION DEL CAPITAL
- 4.- CONDICIONES DE LOS PRESTAMOS
- 5.- MINISTRACION DE FONDOS
- 6.- AMORTIZACION DE LA DEUDA

9. EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL

1. EVALUACION ECONOMICA

- VALOR PRESENTE NETO
- TASA INTERNA DE RETORNO
- ANALISIS DE SENSIBILIDAD
- RELACION BENEFICIO-COSTO

2.- EVALUACION SOCIAL

- TASA DE RENDIMIENTO DEL PRODUCTO NACIONAL BRUTO
- ANALISIS COSTO-BENEFICIO
- PRECIOS SOMBRA A RECURSOS DETERMINADOS
- TASA SOCIAL DE DESCUENTO
- GENERACION DE EMPLEOS

8.- PRESUPUESTOS DE INGRESOS Y EGRESOS

- 1.- PRESUPUESTO DE INGRESOS
- 2.- COSTOS DE OPERACION
- 3.- PUNTO DE EQUILIBRIO
- 4.- ESTADOS FINANCIEROS PROFORMA
 - BALANCE GENERAL
 - ESTADO DE RESULTADOS
 - ESTADO DE ORIGEN Y APLICACION DE RECURSOS

10.- ORGANIZACION

1.- CONSTITUCION DE LA EMPRESA

- ALTERNATIVAS DE ORGANIZACION
- PROPUESTA DE ORGANIZACION
- APROBACION DE LA FORMA JURIDICA DE ORGANIZACION SELECCIONADA

2.- ORGANIZACION TECNICA Y ADMINISTRATIVA DE LA EMPRESA

- ESTRUCTURA ORGANICA
- SELECCION, RECLUTAMIENTO Y CAPACITACION DE PERSONAL

2. La relación beneficio-costo de cada proyecto, asumiendo una tasa de interés del 8%.

AÑO	Costos Totales	Factor de Actualización	Costos Actualizados	Ingresos Brutos	Factor de Actualización	Costos Actualizados
PROYECTO A						
1º	1 700	.926	1 574	900	.926	833
2º	200	.857	171	800	.857	686
3º	200	.794	159	700	.794	556
4º	200	.735	147	600	.735	441
5º	200	.681	136	500	.681	340
	<u>2 500</u>	<u>3.993</u>	<u>2 187</u>	<u>3 500</u>	<u>3.993</u>	<u>2 856</u>

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\$ 2 856.00}{\$ 2 187.00} = 1.31$$

AÑO	Costos Totales	Factor de Actualización	Costos Actualizados	Ingresos Brutos	Factor de Actualización	Costos Actualizados
PROYECTO B						
1º	1 700	.926	1 574	500	.926	463
2º	200	.857	171	600	.857	514
3º	200	.794	159	700	.794	556
4º	200	.735	147	800	.735	588
5º	200	.681	136	900	.681	613
	<u>2 500</u>	<u>3.993</u>	<u>2 187</u>	<u>3 500</u>	<u>3.993</u>	<u>2 734</u>

$$\text{Relación beneficio/costo} = \frac{\$ 2 734.00}{\$ 2 187.00} = 1.25$$

NOTA: Cantidades en miles de pesos.

La tasa de rentabilidad financiera de cada proyecto.

Año	Flujo de Efectivo	Factor de Actualización 45%	Flujo Actualizado 45%	Factor de Actualización 50%	Flujo Actualizado 50%
PROYECTO A					
1º	(800)	.690	(552)	.667	(534)
2º	600	.478	286	.444	268
3º	500	.328	164	.296	148
4º	400	.228	90	.198	79
5º	300	.158	47	.132	40
	<u>1 000</u>	<u>1.878</u>	<u>35</u>	<u>1.737</u>	<u>(1)</u>

$$\text{T.R.F.} = 45 \div 5 \frac{35}{38} = 45 \div 5 (.97) = 50\%$$

Año	Flujo de Efectivo	Factor de Actualización 25%	Flujo Actualizado 25%	Factor de Actualización 30%	Flujo Actualizado 30%
PROYECTO B					
1º	(1 200)	.800	(960)	.769	(923)
2º	400	.640	256	.692	237
3º	500	.512	256	.455	228
4º	600	.410	246	.350	210
5º	700	.328	230	.269	188
	<u>1 000</u>	<u>2.690</u>	<u>28</u>	<u>2.435</u>	<u>(60)</u>

$$\text{T.R.F.} = 25 \div 5 \left(\frac{28}{28} \right) = 25 \div 5 (.32) = 27\%$$

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

GUIA PARA LA FORMULACION, EVALUACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES

CUADRO No. 22

PROGRAMA DE AMORTIZACION DEL CREDITO REFINANCIADO

(Miles de Pesos)

A Ñ O	BALDO A PRINCIPIO DE AÑO	INTERESES ^{1/}	AMORTIZACION	PAGO TOTAL (Intereses + amortizaciones)
1	15 937.30	4 180.1 ^{2/}	300.0	4 380.1
2	15 737.30	2 675.3	2 500.0	5 175.3
3	13 237.30	2 250.3	4 000.0	6 250.3
4	9 237.30	1 570.3	4 500.0	6 070.3
5	4 737.30	805.3	4 737.3	5 542.6
T O T A L		11 481.3	15 937.3	27 418.6

^{1/} Los intereses son del 17% sobre saldos insolutos

^{2/} Incluye los intereses generados durante la construcción e instalación de la fábrica de Mezcal en Comarón, Municipio de Yautepac, Estado de Oaxaca.

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

GUIA PARA LA FORMULACION, EVALUACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES

CUADRO No. 30

FLUJO DE EFECTIVO
(Miles de Pesos)

CONCEPTO	HORIZONTE DEL PROYECTO (AÑOS)				
	1	2	3	4	5
A. Utilidad después de impuestos con el proyecto	1 595.8	2 077.9	2 599.8	3 444.9	4 148.4
B. Utilidad después de impuestos sin el proyecto	-	-	-	-	-
C. Saldos (A-B)	1 595.8	2 077.9	2 599.8	3 444.9	4 148.4
D. Otros beneficios	-	-	-	-	-
E. Inversiones	6 945.7	-	-	-	-
F. Incremento de capital de trabajo	242.3	-	-	-	-
G. Recuperación del capital de trabajo	-	-	-	-	242.3
H. Valores residuales	-	-	-	-	-
I. Flujo de efectivo (C+D-E-F+G+H)	(5 592.2)	2 077.9	2 599.8	3 444.9	4 390.7

CUADRO No. 31

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD FINANCIERA
(Miles de Pesos)

AÑOS	FLUJO DE EFECTIVO	FACTOR DE ACTUALIZACION TASA 1%	FLUJO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	FACTOR DE ACTUALIZACION TASA 40%	FLUJO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	
	1	(5 592.2)	0.7407	(4 142.1)	0.7143	(3 994.5)
2	2 077.9	0.5487	1 140.1	0.5107	1 060.1	VPN ₁
3	2 599.8	0.4064	1 056.6	0.3644	947.4	SUMA = (274.1)
4	3 444.9	0.3011	1 037.3	0.2603	896.7	VPN ₂
5	4 390.7	0.2230	979.1	0.1859	816.2	
			7150		(- 274.1)	

NOTA: Las cantidades entre paréntesis representan valores negativos.

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno por Interpolación

DATOS

T₁ = 35

T₂ = 40

VPN₁ = 71

VPN₂ = (- 274.1)

$$TIR = T_1 + (T_2 - T_1) \frac{VPN_1}{VPN_1 - VPN_2}$$

$$TIR = 35 + (40 - 35) \times \frac{71}{71 - (-274.1)}$$

$$TIR = 35 + (5 \times \frac{71}{345.1})$$

$$TIR = 35 + 1.03$$

$$TIR = 36.03\%$$

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

GUIA PARA LA FORMULACION, EVALUACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES

CUADRO No. 32

ANALISIS DE SENSIBILIDAD Incremento del 15% en los Costos de Operación (Miles de Pesos)

CONCEPTO	HORIZONTE DEL PROYECTO (AÑOS)				
	1	2	3	4	5
A. Utilidad con el proyecto	1 215.7	1 696.6	2 212.2	3 054.4	3 709.8
B. Utilidad sin el proyecto	-	-	-	-	-
C. Saldo	1 215.7	1 696.6	2 212.2	3 054.4	3 709.8
D. Otros beneficios	-	-	-	-	-
E. Inversiones	6 945.7	-	-	-	-
F. Incremento de capital de trabajo	242.3	-	-	-	-
G. Recuperación del capital de trabajo	-	-	-	-	242.3
H. Valores residuales	-	-	-	-	-
I. Flujo de efectivo (C+D-E-F+G+H)	(5 972.3)	1 696.6	2 212.2	3 054.4	3 952.1

CUADRO No. 33

CALCULO DE LA TASA DE RENTABILIDAD (Miles de Pesos)

AÑOS	FLUJO DE EFECTIVO	FACTOR DE ACTUALIZACION TASA 25%	FLUJO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	FACTOR DE ACTUALIZACION TASA 25%	FLUJO DE EFECTIVO ACTUALIZADO	
1	(5 972.3)	0.8130	(4 855.5)	0.8000	(4 777.8)	SUMA = 193.0
2	1 696.6	0.6610	1 121.5	0.6400	1 085.8	VPW ₁
3	2 212.2	0.5374	1 188.0	0.5120	1 132.6	
4	3 054.4	0.4369	1 334.5	0.4096	1 251.1	SUMA = (-13.2)
5	3 952.1	0.3552	1 401.8	0.3277	1 293.7	VPW ₂
			193.0		(13.2)	

NOTA: Las cantidades entre paréntesis representan valores negativos.

Cálculo de la Tasa Interna de Retorno por medio de Interpolación

DATOS

$$T_1 = 23$$

$$T_2 = 25$$

$$VPW_1 = 193$$

$$VPW_2 = (-13.2)$$

$$TIR = T_1 + (T_2 - T_1) \frac{VPW_1}{VPW_1 - VPW_2}$$

$$TIR = 23 + (25 - 23) \times \frac{193}{193 - (-13.2)}$$

$$TIR = 23 + (2 \times \frac{193}{206})$$

$$TIR = 23 + 1.86$$

$$TIR = 24.9\%$$

PLAN NACIONAL DE DESARROLLO AGROINDUSTRIAL

GUIA PARA LA FORMULACION, EVALUACION Y PRESENTACION DE PROYECTOS AGROINDUSTRIALES

ANEXO No. II.1

PRINCIPALES FORMAS DE ORGANIZACION Y CARACTERISTICAS ESENCIALES

FIGURAS ASOCIATIVAS	SUJETOS QUE LA INTEGRAN	MINIMO REQUERIDO DE SOCIOS PARA SU INTEGRACION	FINALIDAD DE LA ORGANIZACION	REGIMEN DE RESPONSABILIDAD	ESTRUCTURA INTERNA	DEPENDENCIAS RESPONSABLES DE SU ORGANIZACION, AUTORIZACION Y FUNCIONAMIENTO	BASES DE SU PERSONALIDAD JURIDICA
Ejidales y Comunalidades	Ejidatarios o Comuneros		Aprovechamiento, industrialización y comercialización de los recursos agrícolas, frutícolas, forestales, mineros, pesqueros y turísticos que permitan el constante mejoramiento económico y social de sus miembros.	Solidario Mancomunado	- Asamblea General - Comisariado Ejidal - Comisariado de Bienes Comunes - Consejo de Vigilancia	Secretaría de la Reforma Agraria Banco Nacional de Crédito Rural	Artículos 23, 155, 156 de la Ley Federal de Reforma Agraria Artículos 54, fracción I y 63 de la Ley General de Crédito Rural
Sociedad de Producción Rural	Colonos y/o Pequeños Ejidatarios	10	Aprovechamiento, industrialización y comercialización de los recursos agrícolas, frutícolas, forestales, mineros, pesqueros y turísticos que permitan el constante mejoramiento económico y social de sus miembros.	Ilimitado Limitado Suplementado	- Asamblea General - Comisión de Administración - Junta de Vigilancia - Gerente	Secretaría de la Reforma Agraria Banco Nacional de Crédito Rural	Artículo 129 de la Ley Federal de Reforma Agraria Artículo 54 fracción II y Artículos 56 al 60 de la Ley General de Crédito Rural
Empresa Social	Avecindados e hijos de ejidatarios con derechos a salvo	No definido	Beneficio e industrialización de productos agrícolas, pecuarios y forestales, sin que ello implique la explotación directa de los recursos naturales del ejido o comunidad; creación de empleos y prestación de servicios.	No definido	No definida	Secretaría de la Reforma Agraria Banco Nacional de Crédito Rural	Artículos 54 fracción VI y 59 fracción I y II de la Ley General de Crédito Rural
Unidad Agrícola Industrial para la Mujer	Mujeres no ejidatarias esposas e hijas de ejidatarios con derechos a salvo mayores de 18 años	10	Establecer granjas agropecuarias e industrias rurales que propicien la incorporación de la mujer campesina al proceso productivo.	Solidario Mancomunado	- Asamblea General - Comisión de Administración - Consejo de Vigilancia	Secretaría de la Reforma Agraria Banco Nacional de Crédito Rural	Artículos 101, 104 y 105 de la Ley Federal de Reforma Agraria Artículo 54 fracción VII de la Ley General de Crédito Rural

IV. CARACTERISTICAS QUE CONSTITUYEN UNA EXPRESION DE LA INSUFICIENCIA TANTO TEORICA COMO PRACTICA DE LOS DISTINTOS ENFOQUES CONCEBIDOS DE LA EVALUACION DE PROYECTOS:

- HERRAMIENTA DE JUSTIFICACION DE DECISIONES YA ADOPTADAS
- FORMALISMO A CUMPLIR ANTES DE PROCEDER A LA EJECUCION DEL PROYECTO O CON EL PROPOSITO DE NEGOCIAR ALGUN FINANCIAMIENTO
- PROCESO APARENTEMENTE MUY COMPLEJO Y BORROSO
- DIVORCIO ENTRE LOS NIVELES DE EVALUACION, PLANEACION Y DECISION (POLITICA)
- ENFOQUE PRETENDIDAMENTE OBJETIVO Y NEUTRAL
- CARENCIA DE UNA VERDADERA COMPRESION E INCORPARACION, EN LA FASE DE EVALUACION, DEL ENTORNO SOBRE EL CUAL PEREPCUTIRA EL FUTURO PROYECTO.
- DIVORCIO ENTRE LA TEORIA Y LA PRACTICA
- NO SE INVOLUCRAN DISTINTOS NIVELES DE MEDICION, ASI COMO UNA MEDIDA GLOBAL, COHERENTE Y REPRESENTATIVA
- INADECUACION ENTRE BASE DE DATOS DISPONIBLE Y LOS REQUERIMIENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE EVALUACION
- POSICIONES IDEOLOGICAS DIFERENTES EN CADA PAIS QUE DIFICULTAN LA GENERALIZACION DE ENFOQUES TEORICOS DE "OBJETIVOS DESEABLES" PARA LOS PAISES EN DESARROLLO
- EVALUACIONES QUE RESPONDEN TAN SOLO A UNA MEDIDA DE DESENVOLVIMIENTO O MEDICION DE LA VELOCIDAD DE UN PROCESO, SIN ATENDER A SU DIRECCION, QUE PUEDE SER DESCONOCIDA O DESVIRTUADA.

DESARROLLO

- ECONOMICO: CRECIMIENTO REAL Y SOSTENIDO DEL PRODUCTO NACIONAL CON SU DIFUSION EN TODOS LOS SECTORES DE LA POBLACION
- POLITICO: PARTICIPACION REAL EN LA TOMA DE DECISIONES DE AQUELLOS ASPECTOS QUE AFECTAN AL INDIVIDUO COMO CIUDADANO, APOYANDOSE PARA ESTO EN INFORMACION APROPIADA
- CULTURAL: ACCESO DE LA POBLACION A TODOS LOS NIVELES EDUCATIVOS Y A TODAS LAS MANIFESTACIONES DE LA CULTURA
- CIENTIFICO-TECNOLOGICO: AUTOSUFICIENCIA EN LA GENERACION DE CONOCIMIENTO CIENTIFICO NECESARIO EN LOS PROCESOS ECONOMICOS Y SOCIALES DEL PAIS.
- SOCIAL: DIFUSION EN TODA LA POBLACION DE LOS EFECTOS DE LOS DESARROLLOS ANTERIORES.

(23)

ASPECTOS CARACTERISTICOS DE UN PAIS SUBDESARROLLADO

ASPECTOS ECONOMICOS

ASPECTOS EXTRAECONOMICOS

• ESTRUCTURA PRIMARIA

• ESTRUCTURA DUAL

• FUNCIONAMIENTO INESTABLE

• FUNCIONAMIENTO DEPENDIENTE

• CIRCULO VICIOSO DE LA POBREZA

• ESTRUCTURAS SOCIALES

• ESTRUCTURAS POLITICAS

• ESTRUCTURAS MENTALES

- POBLACION ACTIVA PREDOMINANTEMENTE EN SECTOR PRIMARIO
- PRODUCCION INTERNA ESENCIALMENTE DE PRODUCTOS PRIMARIOS
- EXPORTACIONES DE PRODUCTOS PRIMARIOS
- SECTOR PRECAPITALISTA AUTOCTONO
- SECTOR CAPITALISTA { EXTRANJERO, AUTOCTONO
- EN LA PRODUCCION
- EN LAS EXPORTACIONES
- EN LA RELACION DE TERMINOS DE INTERCAMBIO
- DE EMPRESAS EXTRANJERAS
- IMPORTACIONES DE BIENES MANUFACTURADOS Y DE SERVICIO DE CAPITAL
- ASPECTO ESTACIONARIO { FORMACION DE CAPITAL LIMITADA, DEMANDA LIMITADA
- ASPECTO DINAMICO { EFECTOS DE EMPOBRECIMIENTO, EFECTOS DE DIFUSION LIMITADOS
- DESEQUILIBRADAS
- DESARTICULADAS
- INESTABLES
- INADAPTADAS
- ACTITUD RESPECTO AL PROGRESO MATERIAL
- ACTITUD RESPECTO A LA ACUMULACION
- ACTITUD RESPECTO AL TIEMPO

ENFOQUES DEL DESARROLLO

EL DESARROLLO COMO CRECIMIENTO

SE DEFINE EL NIVEL DE DESARROLLO EN TERMINOS DE INGRESO POR HABITANTE Y EL PROCESO DE DESARROLLO EN TERMINOS DE TASA DE CRECIMIENTO.

EL DESARROLLO COMO ETAPA

EN BASE A LAS CARACTERISTICAS QUE PRESENTAN LAS ECONOMIAS - SUBDESARROLLADAS, SE CENTRA LA ATENCION SOBRE ALGUNAS DE ELLAS, CONVIRTIENDOLAS EN EL PILAR DE SU INTERPRETACION DEL DESARROLLO Y EN LA BASE DE SU ESTRATEGIA DE DESARROLLO.

EL DESARROLLO COMO PROCESO DE CAMBIO ESTRUCTURAL GLOBAL

EL PROBLEMA FUNDAMENTAL DEL DESARROLLO DE UNA ESTRUCTURA SUBDESARROLLADA APARECE COMO LA NECESIDAD DE SUPERAR SU ESTADO DE DEPENDENCIA, TRANSFORMAR SU ESTRUCTURA PARA OBTENER UNA MAYOR CAPACIDAD AUTONOMA DE CRECIMIENTO Y UNA REORIENTACION DE SU SISTEMA ECONOMICO QUE PERMITA SATISFACER LOS OBJETIVOS DE LA RESPECTIVA SOCIEDAD. EL DESARROLLO DE UNA UNIDAD POLITICA Y GEOGRAFICA NACIONAL SIGNIFICA LOGRAR UNA CRECIENTE EFICACIA EN LA MANIPULACION CREADORA DE SU MEDIO AMBIENTE NATURAL, Y TECNOLOGICO, CULTURAL Y SOCIAL, ASI COMO DE SUS RELACIONES CON OTRAS UNIDADES POLITICAS Y GEOGRAFICAS.

MODALIDADES HISTORICAS DEL DESARROLLO

CRECIMIENTOS ESPONTANEOS (INGLATERRA, FRANCIA, EEUU, ALEMANIA)

AGENTES

- CAPITALISTAS PRIVADOS
- ESTADO

MECANISMOS

- REVOLUCION INDUSTRIAL
- REVOLUCION AGRICOLA
- DESARROLLO DE MEDIOS DE COMUNICACION
- MEDIOS DE FINANCIAMIENTO

CRECIMIENTOS PLANIFICADOS (URSS)

MEDIDAS DE CRECIMIENTO AGENTES

- SINDICATOS
- ESTADO
- PARTIDO COMUNISTA

MECANISMOS

- OPCION POR INVERSION
- RELACION INDUSTRIA-AGRICULTURA
- ACCION SOBRE EL CONSUMO

BALANCE

AGENTES

- ESTADO
- GRUPOS DIRIGENTES

MECANISMOS

- FINANCIAMIENTO INTERNO
- INCREMENTO DE LA COMERCIALIZACION DE PRODS AGRICOLS
- EXPANSION DE EXPLOTACIONES
- INCREMENTO DE PRODUCTIVIDAD AGRICOLA
- EXODO RURAL PARA DESARROLLO INDUSTRIAL

CRECIMIENTOS CERRADOS (JAPON 5-XIX)

AGENTES

- ESTADO
- GOBIERNOS EXTRANJEROS
- INMIGRANTES

MECANISMOS

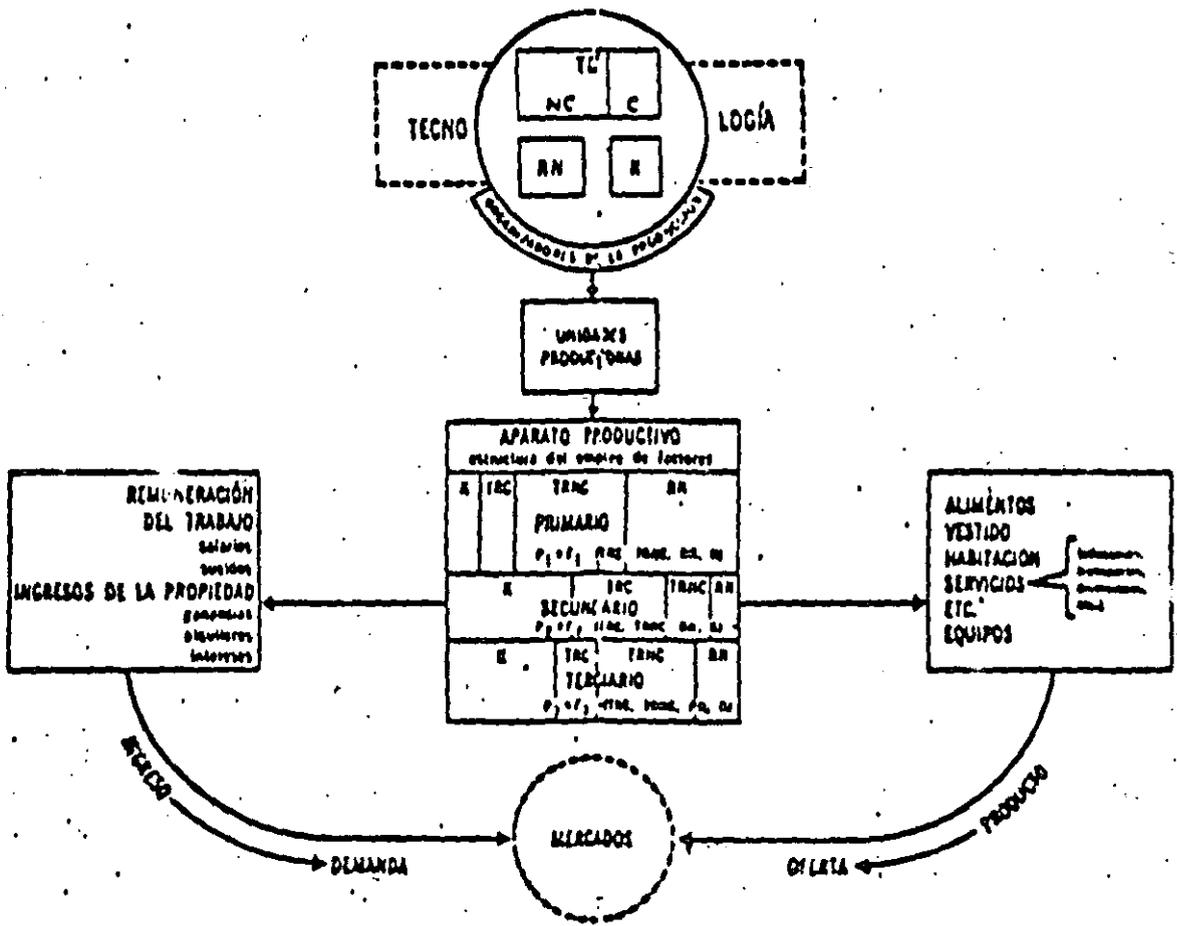
- INMIGRACION
- IMPORTACIONES DE CAPITAL

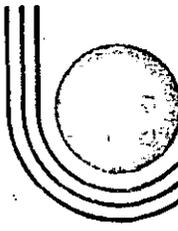
CRECIMIENTOS ABIERTOS (ISRAEL - 1948)

MARCO HISTORICO DEL PROCESO DE DESARROLLO Y SUBDESARROLLO

- DESARROLLO - SUBDESARROLLO
- REVOLUCION INDUSTRIAL (1750-1850)
- AUGE DEL CENTRO (1850- 1913)
- CENTRO Y PERIFERIA
- TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES DE LA PERIFERIA (1850-1913)
- CRISIS EN EL CENTRO (1913-1950)
- TRANSFORMACIONES ESTRUCTURALES DE LA PERIFERIA (1913-1950)

GRÁFICA 1. EL SISTEMA ECONOMICO (VERSION SIMPLIFICADA)





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

GUIA PARA ORDENAR LAS NOTAS DEL CURSO

SEPTIEMBRE, 1984

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

GUIA PARA ORDENAR LAS NOTAS DEL CURSO

El propósito de esta guía consiste en facilitar la lectura y el estudio de las notas del curso.

Doc. No.	TITULO	AUTOR
1	Evaluación de Proyectos	Dr. Alejandro Mendoza
2	Evaluación del Bienestar y Políticas Económicas	A. Radomysler
3	Una dificultad en el concepto de Bienestar Social	K. Arrow
4	La Tasa Social de Preferencia del Tiempo y el Costo Social de Oportunidad de Capital	M.S. Feldestein, A.K. Sen A.C. Harberger
5	Conceptos Básicos de Contabilidad	M.I. Gabriel Sánchez G.
6	Criterios de Evaluación Financiera	M.I. Gabriel Sánchez G.
7	Programación de Inversiones	Dr. Arcadio Gamboa
8	Sinopsis del Sistema de Precios de cuenta LMST	Terry Powers
9	El Empleo de los Precios Sombra	R.N. Mc. Kean
10	El Uso de los Precios Mundiales	Little y Mirrlees

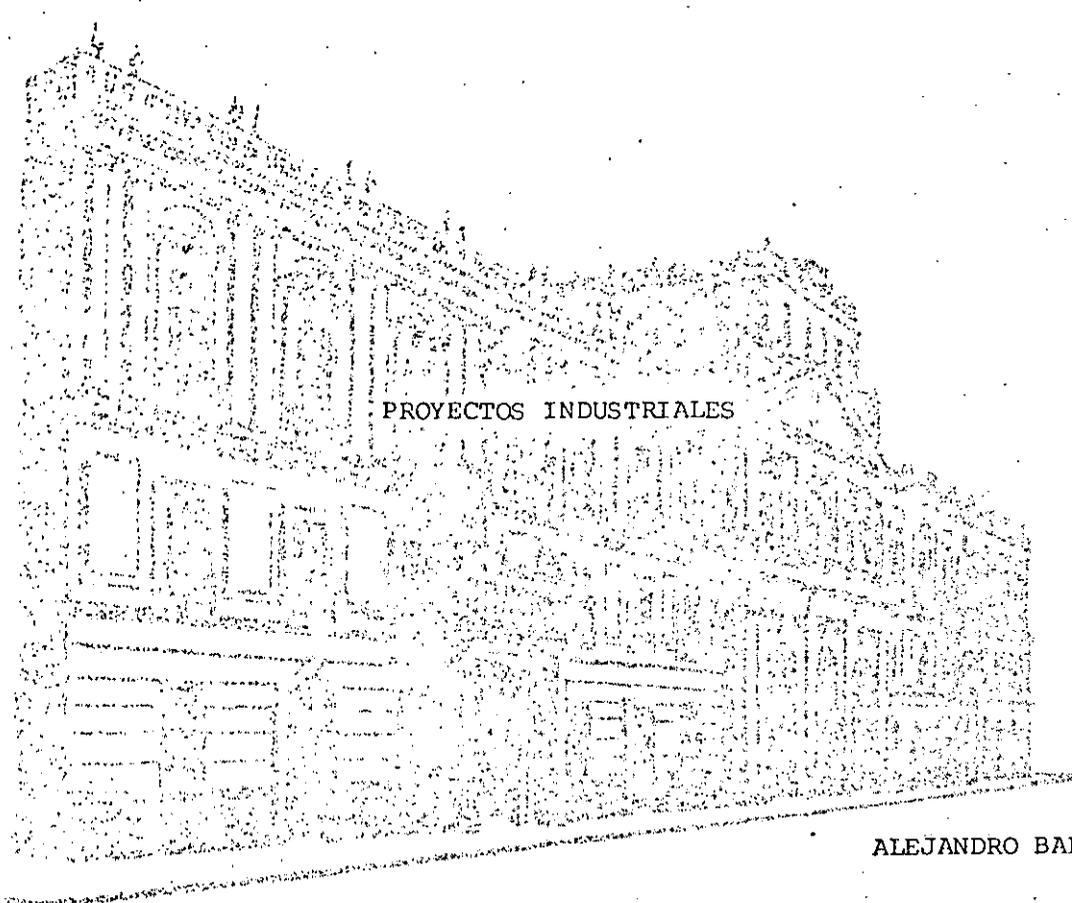
Doc. No.	TITULO	AUTOR
11	Estudio Social del Costo-Beneficio en la Industria de Países en V.D.	Little y Mirrlees
12	Pautas para la Evaluación de Proyectos	ONUDI
13	Enfoques de la Evaluación Económica de Proyectos	M.I. Ruben Téllez S.
14	Metodos Multicriterios	Dr. Jorge Díaz Padilla
15	Metodos Multicriterios	Act. Laura Pérez G.
16	Reflexiones sobre la Evaluación de Proyectos	M.I. Arturo Fuentes Z.
17	Precios de Sombra Agrícola	M.I. Arturo Fuentes Z.
18	Social Cost-Benefit análisis anual Planning I LDC	M.C. Eduardo Martínez
19	Evaluación de Proyectos de Educación, Ciencia y Tecnología	M.C. Eduardo Martínez
20	Proyectos Energéticos	Ing. Luis Morales
21	Proyectos Industriales	M.I. Alejandro Barrios
22	Incertidumbre	M.I. Reyes Juárez del Angel
23	Sistemas de Estimación de Costos en etapa de Inflación	Dr. Jorge Díaz Padilla
24	Evaluación de Proyectos en Telecomunicaciones	Dr. Alejandro López Toledo

Doc. No.	TITULO	AUTOR
25	Decisiones Bajo Objetivos Múltiples	Dr. J.J. Acosta Flores
26	Selección de Proyectos por criterios múltiples	Lic. Angel Sciara
27	Comentarios acerca del "con y "sin"	Lic. Angel Sciara



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS



ALEJANDRO BARRIOS TELLEZ

SEPTIEMBRE, 1984

EVALUACION SOCIO ECONOMICA DE PROYECTOS INDUSTRIALES EN EL SECTOR PUBLICO ^C

ALEJANDRO BARRIOS TELLEZ

Abstracto.

Se presentan las técnicas utilizadas para la evaluación de proyectos industriales haciendo énfasis en los beneficios de redituabilidad de la inversión, pero a su vez en las técnicas utilizadas para evaluar los beneficios sociales a la comunidad con el objeto de redistribuir los beneficios, a todos los sectores de la población. En la segunda parte se toma un caso en específico donde se analiza un proyecto de manufactura de la industria metalmeccánica, partiendo de los estudios de factibilidad se obtiene una solución puramente económica así como la solución con la derrama de beneficios a los sectores de economía nacional del país donde se desarrolla el citado proyecto.

Abstract.

Evaluation techniques are presented for Industrial Project analysis under two basic theories, the private profitability assessment and the Social and Economic aggregated consumption estimation, which redistributes the project benefits to some sectors of the national economy. A manufacturing venture is analyzed in the second part, solving their parameters from the economic and social points of view, stressing the Cost-Benefit theory in its solution.

Introducción

El desarrollo continuado en el ámbito Industrial emprendido por el sector público exige la realización de cuantiosas inversiones en obras de Infraestructura Industrial en sus sectores primarios y secundarios, cuyo monto resulta muy gravoso al erario público, en virtud de las altas tasas de interés y de la falta de liquidez a corto plazo de una gran actividad de países, cuyas acciones de desarrollo industrial son prioritarias en su economía, generándose el consecuente atraso en la obtención de las metas de desarrollo previstas.

En el caso de México la existencia de problemas financieros y la consiguiente dificultad momentánea de las autoridades gubernamentales para absorber por sí solas con los mecanismos de captación de recursos actuales, las altas inversiones que demandan la ejecución de las obras y proyectos Industriales así como el hecho de atender el programa de substitución de importaciones, son situaciones que hacen de la evaluación de proyectos Industriales una herramienta por demás valiosa y necesaria para el adecuado análisis de inversiones. De igual relevancia son los mecanismos de financiamiento, los cuales complementan a una adecuada evaluación siendo estos el piso financiero del análisis. Historicamente los fondos para la ejecución de obras Industriales se integran en dos grandes grupos: el primero es el de los mecanismos de financiamiento orientados a dar liquidez a corto plazo al proyecto y obras correspondientes, el segundo grupo está ligado con los mecanismos de recuperación, es decir el conjunto de medidas legales y administrativas que se requieren llevar a cabo para la recuperación oportuna tanto de los fondos invertidos en la realización de proyectos su ejecución y supervisión, así como aquellos necesarios para su adecuada operación y mantenimiento en el transcurso de su vida útil.

Dentro del primer grupo se encuentran los acuerdos de inversión multipartita celebrados entre las entidades gubernamentales participantes en determinada obra. Estos acuerdos se pueden presentar en cualquiera de las modalidades desde su punto de vista de fuentes de capital, ya sea entre Paraestatales, estados, o bien con participación de los anteriores con el gobierno federal.

Dentro del segundo grupo de mecanismos se encuentran las derramas de las empresas de capital multinacional que ofrecen tecnología y conocimientos en áreas prioritarias del desarrollo de la economía. También aquí se agrupan los fondos provenientes de clientes directos beneficiados por las obras a través de tarifas y cuotas por el uso (en el caso de bienes de consumo). Asimismo aparecen dentro del mismo grupo los mecanismos de aprovechamiento de plusvalía de los predios próximos al desarrollo.

Es pues necesario conformar una adecuada amalgama entre los métodos de evaluación y los usos del capital con el objeto de formar un modelo de evaluación Industrial congruente con la realidad en sus aspectos de Beneficios, Costos y Restricciones.

1 La Evaluación de Proyectos Industriales bajo un enfoque Social

1.1 La Tasa de Descuento

En un mercado de capital perfectamente competitivo se pueden encontrar a todas las personas capaces de prestar y pedir dinero, para cualquier propósito, y por un periodo ilimitado de tiempo; No obstante el comportamiento real del mercado de capitales privados se encuentra compuesto de un número grande de mercados, sectorizados y clasificados ya sea por el periodo de gracia del principal, así como por el tipo de inversión a la cual los fondos son canalizados. Estas no son restricciones suficientes del comportamiento del mercado de capitales (aunque si necesarias), porque bajo éstas una persona podría pedir prestada cualquier suma de dinero en uno de estos mercados a la tasa del mismo, en un periodo finito (10 años), pudiendo pagar el principal y los intereses, pidiendo prestada una suma mayor y repitiendo la operación, si es necesario el resto de su vida, nunca siendo la deuda de hecho pagada. A partir de este punto de vista, los acreedores de aquellos países en deuda establecen un mecanismo extra, el cual toma en consideración la *solvencia* de los potenciales deudores para determinar la cantidad prestada.

Por tanto los sujetos de crédito son personas físicas o morales que tienen disponibilidad de recursos financieros bajo diferentes tasas de interés, en función de su *solvencia y reciprocidad bancaria*, siendo sus tasas marginales de preferencia, también diferentes.

De esta forma en el mercado de capitales se busca una tasa de interés representativa y consistente que refleje tanto el empleo como el grado de estabilidad de los precios, esta tasa de interés debe ser sensibilizada tanto por el volumen de ahorros de una sociedad económicamente activa, como de sus correspondientes oportunidades de inversión, esta tasa es conocida como la tasa de interés libre (ρ). Sin embargo se puede distinguir la tasa social (r) bajo la cual los proyectos sociales son descontados, de ahí que se pueden establecer como limite superior a \underline{p} y como limite inferior a \underline{r} , dentro de los cuales se cumple :

$$r < p < \rho \quad (1)$$

siendo

p = tasa de descuento preferencial

Esta *tasa de descuento preferencial* es fijada en terminos generales en función de las alternativas a disposición de los fondos a ser usados en un *proyecto social*.

La existencia de esta tasa social (r) se da ante la limitación de las tasas comerciales de tomar en cuenta a factor externos de un determinado proyecto, esto es, influyen el trabajo fuera del mercado además de hacerlo también para sí, las tasas comerciales que determinan los índices de precios son limitativas al no considerar la irregularidad de la distribución de ingresos así como la diferencia entre lo que los consumidores pagan y lo que están dispuestos a pagar.

Adicionalmente las tasas comerciales tienden a ser usadas, para la optimización de la utilidad en términos de validez monetaria de la inversión por sí misma, contrastando con las tasas sociales que reflejan los beneficios y costos sociales agregados del proyecto.

1.2 *Objetivos en la evaluación de proyectos Sociales en la Industria*

Estos buscan armonizar a los diferentes sectores de la economía de un estado o país al integrarlos al proyecto. Estos son :

Consumo agregado

Usado como una aproximación real para establecer el impacto que significa el elevar el estandar de vida.

Redistribución de ingresos

Tomado en cuenta por medio de una apropiada selección de precios de subsidio y por una valorización por pesos y factores de las corrientes de consumo provenientes de diferentes clases económicas.

Tasas de crecimiento de los ingresos percapita nacionales

De alguna forma es un objetivo que se puede tomar por separado cuando la totalidad del consumo futuro ha sido considerado.

Nivel de empleo

Desempleo puede ser considerado indeseable prioritariamente desde los puntos de vista político y económico y su reducción es preferida independientemente de las consideraciones de consumo total y su distribución.

Méritos deseados

Por ejemplo el empleo de la mujer en economías en guerra.

Confidencia

Puede ser medida por el déficit en la balanza de pagos o en la balanza de transacciones comerciales que resulte de la implementación del proyecto.

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>I. Los insumos de construcción se pueden obtener libremente en el mercado (no existe racionamiento).</p> | <p>Si no se cumple, se debe estimar la sobretasa a pagar por el abastecimiento que en general excede el precio del mercado (V.G. Oferta de parques Industriales).</p> |
| <p>II. Ningún inversionista (paraestatal, multinacional estado, o federación) pretende ejercer el poder de monopolio.</p> | <p>Si no se cumple esta condición convertir el precio del producto (V.G. cemento), para reflejar la diferencia.</p> |
| <p>III. La demanda de insumos y mano de obra no lo es tan grande como para cambiar el precio del mercado.</p> | <p>Si lo es se debe estimar el comportamiento de la demanda para asignar el valor que tomará el deseo del consumidor o usuario para pagar por ello.</p> |
| <p>IV. El comprador del producto terminado (V.G. Vivienda) no ejerce ningún poder monopolístico en el mercado donde se venden los productos.</p> | <p>Si lo anterior no se cumple estimarse el valor adicional el cual se desea pagar para obtenerlo.</p> |



 Convertir todos los beneficios futuros al valor presente usando la tasa de descuento social (P).

1.3 Medición del Consumo Agregado de los Proyectos.

Una metodología conveniente para la medición de *beneficios* considera el deseo de pagar por todos los consumos últimos agregados a los atributos del proyecto (En un proyecto vial por ejemplo, el tiempo perdido en viajar o la comodidad de la instalación, en un proyecto de vivienda, el valor de los servicios municipales y la seguridad social que implica), para ello se utilizan los *precios del mercado* como base, de acuerdo a los esquemas descritos en la Tabla I.

La medición de *costos directos* no es más que valuar el escenario con y sin el proyecto en función de sus repercusiones en la economía. A su vez se deben tomar también las consideraciones de la Tabla I y como se involucra la mano de obra, el análisis debe de hacerse diferenciando la mano de obra calificada de la no calificada. También como se incluye en el análisis al terreno, se deben de hacer las correcciones para valorar el deseo del consumidor o usuario de pagar por explotar el producto terminado fruto del proyecto.

1.4 Medición de beneficios indirectos y sus costos asociados.

Beneficios y Costos indirectos de un proyecto, representan una ganancia o pérdida económica a las personas no directamente beneficiadas por el proyecto exclusivamente. Dos de estos beneficios son el *ahorro* y la *inversión*, de tal forma que si clasificamos a aquellos afectados por el proyecto en n grupos, de acuerdo a su propensión marginal a ahorrar $S_n(t)$, para el grupo n en el año t , los *beneficios netos* pueden ser escritos como.

$$\Delta B_n^d(t) = B_n^d(t) - C_n^d(t) \quad (2)$$

donde

$\Delta B_n^d(t)$ = Beneficios netos del grupo n en un tiempo t
descontados a valor presente D

$B_n^d(t)$ = Beneficios brutos

$C_n^d(t)$ = Costos totales

Definiendo el valor social $V_n(t)$ de una unidad de beneficios netos, de acuerdo a la proporción en la cual los grupos dividen sus beneficios entre consumo y ahorro.

$$V_n(t) = [(1 - S_n(t)) [1 + S_n(t)] a_n^{inv}(t)] \quad (3)$$

donde

$a_n^{inv}(t)$ = Precio subsidiado de la inversión para el grupo n en el período t.

El beneficio total del proyecto es

$$\Delta B^t(t) = \sum V_n(t) \Delta B_n^d(t) \quad (4)$$

1.5 El objetivo de la redistribución

La redistribución de los beneficios se hace en función de dos pasos muy específicos.

La Identificación de grupos

Para distinguir los receptores de los beneficios y los responsables de los costos.

El grupo más pobre (V.G. 10% del ingreso más bajo).

El grupo más alto (V.G. 5 - 10% del ingreso más alto).

El grupo medio (V.G. Resto de la población).

El flujo de caja resultante del proyecto puede ser redistribuido a cada grupo, y pesos pueden ser asignados para reflejar preferencias de distribución.

El multiplicador regional del ingreso

Se ejecuta un reajuste para favorecer la redistribución de grupos regionales.

Este último paso se puede cuantificar a través del *Multiplicador regional del ingreso*, siendo :

R^D = Beneficios netos directos transferidos a la región.

γ = Proporción marginal de R^D , la cual redundará en beneficios netos adicionales a la región.

El valor de la redistribución neta de beneficios indirectos a la región puede ser evaluado como :

$$R^I = \gamma R^D + \gamma (\delta R^D) + \gamma (\delta^2 R^D) + \dots = R^D \left(\frac{1}{1 - \gamma} \right) \quad (5)$$

$$\frac{1}{1 - \gamma} = \text{Multiplicador regional del ingreso}$$

1.6 Precios de subsidio

Los precios de subsidio o precios sombra pueden ser definidos como el valor presente descontando de consumos futuros generados por un peso de inversión en el sector público.

Del concepto de precios sombra se desprende el valor de p (tasa de descuento preferencial) de la ecuación (1), que conceptualmente depende de las alternativas de capital disponibles al sector público, ya que los fondos son dispuestos por el sector público para proyectos de inversión específicos con el objeto de reducir el consumo, y es condición necesaria que su valor sea mayor que el consumo que desplazan.

$$VP_r(B) > K \quad (16)$$

$$B = K(1 + r)^n$$

donde :

K = Valor del consumo a precios actuales

B = Cantidad invertida a la tasa r

$VP_r(B)$ = Valor presente de B .

El concepto de precios sombra debe ajustarse a las siguientes condiciones con el objeto de mantener un adecuado equilibrio de la oportunidad de la inversión.

- I. Que los fondos sean usados como lo decida la dependencia pública
- II. El criterio del uso de los fondos será la comparación entre su utilidad contra mantener sus fondos en la iniciativa privada.

De estas dos condiciones tres comportamientos pueden suceder.

- a. Que reduzca solamente los gastos de inversión de la inversión privada.
- b. Que reduzca solamente el consumo corriente
- c. Que reduzca ambos.

Bajo la condición I, en los comportamientos a, b y c se cumple :

$$VP_p (b) > K \quad (7)$$

Bajo la condición II se cumple :

$$\begin{aligned} (a) \quad VP_p (B) > K \\ (b) \quad VP_r (B) > K \\ (c) \quad VP_p (B) > K \end{aligned} \quad (8)$$

Es claro que si los fondos son usados por ser el proyecto más atractivo en el sector social que en el privado, y se desean reducir tanto los gastos de inversión en esa área del sector privado como el consumo corriente la tasa de descuento debe considerar los precios sombra y la tasa de descuento preferencial.

De aquí surge el concepto denominado *Costo de la oportunidad social de una inversión pública*, puesto que si se desea invertir en un proyecto donde se busquen beneficios a la sociedad, y reducir el consumo corriente se cumple.

$$PV_r (B) > a K \quad (9)$$

donde

$$a > 1 \quad (\text{Precio sombra})$$

Bajo este concepto se pueden distinguir dos comportamientos:

Caso A. De cada peso añadido a la iniciativa privada, θ regresa al sector privado y el rendimiento anual consumido a su vencimiento.

De cada peso retirado del sector privado, $(1-\theta)$ es la cantidad retirada del consumo, el resto (θ) , es retirado de la inversión privada.

De aquí

$$PSV_n = \rho \frac{\theta}{r} + (1 - \theta) \quad (10)$$

donde

PSV = Valor presente son el de cada peso dota en la iniciativa privada.

Si

$$(1 - \theta) = 3/4, r = 0.05, \rho = 0.1$$

La expresión (12) toma el valor de 1.25

Y el criterio de inversión pública requiere que

$$VP_r (B) > 1.25 K \quad (11)$$

Si

$\theta = 1$ (La reducción de los gastos del sector privado proviene totalmente de una reducción de la inversión privada).

$$a = \frac{P}{r}$$

Si

$\theta = 0$ (La reducción de los gastos privados proviene en su totalidad de los gastos de consumo).

$$a = 1$$

Caso B. Si la totalidad de los beneficios no son consumidos y si cada beneficio es pagado en efectivo de cada peso producido del beneficio B_t , una cantidad $(1 - \theta)$ es consumida al tiempo t , el valor social al tiempo t de los retornos anuales $\rho \theta B_t$, recibido en perpetuidad y generado por la inversión de θ al tiempo t de los beneficios B_t es.

$$PSV = \sum_{\tau=t}^{\infty} \frac{\rho \theta \cdot B_{\tau}}{(1+r)^{\tau-t}} (\tau - t) \quad (12)$$

Y añadido al componente del consumo $(1-\theta) B_t$ de forma tal que

Σ valor social = $PV_r (B)$, pudiendo expresarse como :

$\alpha VP_r (B)$ donde $\alpha > 1$

Y el criterio de inversión público es

$$\alpha VP_r (B) > a K \quad (13)$$

donde

$$A = \frac{a}{\alpha}$$

El cálculo de α , a , A , y de p la tasa la tasa de descuento preferente se presenta en el Apendice I.

1.7 Precios de Subsidio al empleo

Los precios de subsidio o precios sombra del empleo son determinados tanto en el costo de *oportunidad directo*, como el *costo indirecto*.

Costo de Oportunidad directo del empleo del Sector Público

Es el valor social del producto marginal debido a la agregación de un trabajador en el Sector Público.

Este costo puede ser cero o bien igual al ingreso de individuos en sectores tradicionales que poseen solo su poder de trabajo.

Sea Σ el costo de oportunidad directa del empleo, y en el sueldo en el sector privado (Se asume que $\Sigma > W$).

El costo indirecto del empleo en el Sector Público.

Se presenta como el resultado de la relocalización de recursos en la generación de empleos. Supongase que el costo del empleo generado adicional en el sector público es financiado por el incremento de impuestos al sector privado: Para cada trabajador quien recibe un sueldo W , el sector privado sufre una pérdida en ingresos después de impuestos igual a W .

El valor del consumo agregado de la reducción de ingresos se convierte en :

$$V_{ca} = [(1 - S^{cap}) + a S^{cap}] W \quad (14)$$

donde

S^{cap} = Propensión marginal del capitalista al ahorro

a = Precio sombra de la inversión

W = Sueldo del trabajador en el Sector Privado.

Si se substraee W , el costo indirecto del empleo debido a la transferencia de ingresos del sector privado a los trabajadores de la ecuación (14) :

$$W_{ind} = S^{cap} (a - 1) W \quad (15)$$

Y el precio sombra del empleo es incluyendo los efectos directos e indirectos:

$$W^{\dagger} = \Sigma + S^{cap} (a - 1) W \quad (16)$$

1.8 Precios controlados del tipo de cambio

El concepto de precios controlados del tipo de cambio se debe entender como el precio sombra de los insumos requeridos en el proyecto e importados. Por lo que se puede definir como el promedio pesado de la relación de precios del mercado sobre los precios de flete y de seguro.

$$a^f = \sum_{i=1}^n f_i \frac{p_i^d}{p_i^{cif}} \quad (17)$$

donde

a^f = Precio controlado al tipo de cambio

F_i = Fracción del tipo de cambio colocado en el i -ésimo de los n insumos importados

p_i^{cif} = Precio del mercado doméstico del i -ésimo insumo

1.9 El efecto de la inflación y la medición del riesgo de la inversión

La inflación puede ser incluida en el modelo utilizando un deflactor de la tasa de descuento, de hecho este proceso se puede efectuar de dos maneras ya sea descontando los flujos de capital nominales a una tasa normal o bien descontando flujo de capital reales a una tasa real de descuento (ecuación 18).

$$V.P. = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{[(1+p)(1+i)]^t} \quad (18)$$

Si la tasa de descuento p o la inflación i no permanecen constante entonces

$$V.P. = \sum_{t=1}^n \frac{B_t}{\prod_{k=1}^t [(1+p)(1+i)]^k} \quad (19)$$

Los efectos de la inflación se observan en los valores presentes netos (después de impuestos) (Fig.1), (Fig.2) y (Fig.3).

De una manera adecuada también se puede introducir el riesgo al análisis del flujo de capital, estableciendo el valor esperado.

$$E [PV] = \sum_{t=0}^n \frac{\bar{B}_t}{(1+r)^t} \quad (20)$$

donde

$E [PV]$ = Valor esperado presente

\bar{B}_t = Valores medios esperados en el período t de los beneficios.

La varianza (t^2) o riesgo de la inversión se cuantifica como sigue :

Para flujos independientes

$$VAR [PV] = \sum_{t=0}^n \frac{\sigma_t^2}{(1+r)^{2t}} \quad (21)$$

Para flujos perfectamente correlacionados

$$VAR [PV] = \sum_{t=0}^n \left[\frac{\sigma_t}{(1+r)^t} \right]^2 \quad (22)$$

Si existe una correlación positiva de los flujos se cumple :

$$\sum_{t=0}^n \frac{\sigma_t^2}{(1+r)^{2t}} \leq VAR [PV] \leq \sum_{t=0}^n \left[\frac{\sigma_t}{(1+r)^t} \right]^2 \quad (23)$$

2. Una aplicación de la evaluación socioeconómica de decisiones de inversión de capital.

2.1 Esquema General

Esta aplicación muestra la implementación real de un modelo de análisis del riesgo en un proyecto industrial tomado por un país latinoamericano. Se establece un estudio de ingeniería y de mercado con anterioridad y sus datos son incluidos en el presente análisis, de tal forma que la localización y tamaño del proyecto fueron determinados con anterioridad al análisis de riesgo, el propósito del análisis es el evaluar el grado de atractividad económica del proyecto tomando en cuenta el aspecto social. Es importante mencionar que de haber existido más de una alternativa la misma metodología pudo haber sido aplicada para establecer parámetros comparativos del comportamiento del proyecto.

Este tipo de evaluaciones tienen como foco de atención principal el *valor en el tiempo del dinero*, y las *incertidumbres*. Generalmente el primero se analiza descontando los flujos generados durante el horizonte de planeación a través de una tasa de descuento preferencial p la cual refleja el costo de oportunidad del capital. Las incertidumbres en parámetros sensibles son cuantificados por distribuciones probabilísticas, las cuales en lugar de dar valores puntuales, los resultados se expresan como distribuciones de probabilidad llamadas *perfiles de riesgo*.

2.2 Metodología

En general un número de pasos son seguidos antes de tomar una decisión en la inversión:

- (1) Definición de la decisión bajo estudio Diferentes alternativas son estudiadas e identificadas, y para cada horizonte de planeación, variables de decisión, parámetros, y sus relaciones así como la función objetivo son especificadas.

Para cada alternativa el modelo definido es resuelto para obtener la solución óptima.

(2) Cálculo del flujo de capital generado por la inversión

Establecimiento de un modelo matemático, para evaluar el valor del flujo cada año del horizonte de planeación.

(3) Transformación de los flujos de capital en una medida de redituabilidad del proyecto.

En este paso, debido a que incertidumbres en parámetros son presentadas el perfil del riesgo de cada alternativa de inversión es generado.

(4) Análisis de riesgo

Comparación de los perfiles de riesgo de las alternativas disponibles al que decide, de esta forma éste tomará aquella que mejor sirva sus intereses.

2.3 El proyecto

El proyecto de nuestro estudio es la producción de tres aleaciones, de directa aplicación a la industria metalmeccánica y de 2 subproductos utilizados para aplicaciones químicas, donde el paso (1) no es necesario ya que con anterioridad se estudiaron dos alternativas:

I. Expandir la capacidad instalada

II. Construir una nueva planta

Consideraciones políticas y sociales del análisis de factibilidad inicial indicaron claramente las ventajas de la construcción de una nueva planta, por lo tanto todas las alternativas relevantes son:

Localización, capacidad productiva, fuentes de financiamiento y tipo de productos fueron ya establecidos, por lo que la atención de este proyecto sera hacia el análisis de la redituabilidad del proyecto, pero llevando implícito el impacto del mismo en la economía nacional.

La primera parte del estudio se avoca a hacer un estudio de sensibilidad enfocado a una redituabilidad financiera con y la ausencia de incertidumbres, esta parte se hace como se ejecuta el estudio en la industria privada para conocer las bondades del proyecto en terminos monetarios.

La segunda parte toma una mirada más amplia a la inversión en el contexto de la economía nacional, en vista a la contribución encaminada a los siguientes objetivos sociales y económicos:

- El incremento del estandar de vida como un todo, obtenido por el consumo agregado.
- Redistribución del ingreso a los sectores más pobres de la sociedad.
- Redistribución de ingreso a las regiones más pobres del Sureste del país (Donde la fábrica será construida).

En primera instancia se determinará en que cuantía el proyecto contribuye a los anteriores objetivos, para posteriormente combinarlos con factores que reflejen la importancia asociada por el gobierno a cada objetivo.

Todos los datos usados para los costos y beneficios son expresados en dólares americanos constantes de 1984.

2.4 Características de la inversión

2.4.1 Horizonte de planeación

Considerado como el período estudiado para aplicar la atraktividad de la inversión el horizonte de planeación, en este caso es de *20 años* (de 1984 a 2003). En los primeros cinco años de 1984 a 1988 se verificará la construcción. La planta se espera empiece a producir en 1989 (ver Tabla 5).

2.4.2 Inversión Fija

Los requerimientos de inversión fija importan 1 700 millones de dólares ejercidos durante el período de construcción.

La tabla 3 muestra el calendario de inversiones, la inversión se ha dividido en ocho categorías debido a las fuentes de financiamiento y a las tarifas de importación.

Tabla 2: Requerimientos de Inversión Fija (millones de dólares)

CONCEPTO	FUENTE	1984*	1985	1986	1987	1988
Maquinaria y Equipo	Imported	26	136.5	273	260	122.2
	Domestic	-	58.5	123.5	117	55.9
Construcción	Imported	-	78	78	18.2	-
	Domestic	37.7	78	78	71.5	32.5
Otros Depreciables	Imported	3.42	0,32	2,92	9.94	6.3
	Domestic	-	-	-	-	-
Otros no Depreciables	Imported	-	-	13	19.5	19.5
	Domestic	-	-	-	-	13

* Adquisición del terreno incluida.

De la tabla 2 se debe mencionar que el equipo móvil se reemplazará en 1994 y en 1999, siendo el costo estimado de \$ 11 millones más 2% de tarifas de importación.

- La inflación estimada durante el proceso constructivo dados los niveles de inventarios en insumos de la construcción son:

De importación	6% anual
Doméstico	8% anual

Razonables dado que el flujo de caja esta expresado ya, en dólares de 1984.

- Los gastos derivados de asistencia técnica y organización son tratados como inversión,
- Los impuestos de importación son pagados con fondos gubernamentales.

Maquinaria y equipo	2%
Construcción	6%
No depreciables	2%
Depreciables (Equipo móvil)	6%

- Capital de trabajo por 10 millones de dólares es requerido en 1988 para crear los inventarios de materia prima, y son considerados una inversión no depreciable.

2.4.3 Terminos y Fuentes de Financiamiento

Las inversiones en moneda nacional serán pagados con fondos gubernamentales y las inversiones extranjeras serán cubiertas con cuatro fuentes (Tabla 3).

Tabla 3: Fuentes y Terminos del Financiamiento

Bancos Nacionales	Tasa de Interes Anual %	Termino de la deuda (años)	Período de Gracia (años)	Cuota de Sobre Tasa %	Cuota de Inspección %	Proposición Financiada %
Inter American Bank	8	15	5	1.5	1	10
World Bank (IBRD)	10.5	15	5	0.75	-	20
EXIM Bank	8	15	5	0.5	-	40
Bancos Nacionales	10	6	-	-	-	30

- La tasa anual de interés es aplicada a los saldos insolutos.
- El término de la deuda se inicia en 1984.
- Para préstamos en moneda nacional no hay período de gracia.
- Para otros préstamos el tiempo del período de gracia se inicia en 1984.
- La cuota de sobre tasa (Earmarking Fee) que los bancos extranjeros manejan se aplica anualmente a fondos comprometidos, aunque no hayan sido prestados aún.
- La cuota de inspección es aplicada a fondos prestados en el año de su préstamo.
- La proporción financiada muestra el porcentaje de la inversión total de insumos financiados por cada banco, en cualquier período de construcción.

Adicionalmente el equipo móvil será importado y financiado por los bancos nacionales a través del tipo de cambio existente pagaderos en 5 años a una tasa de interés de 10% por año sin moratoria.

El capital de trabajo será proporcionado por los bancos nacionales con préstamos revolventes (pagaderos en 1 año con una tasa del 10% anual).

Tabla 4: Pronósticos para la Demanda Doméstica

Year	Pronóstico 1			Pronóstico 2		
	Producto1	Producto2	Producto3	Producto1	Producto2	Producto3
1989	54	235	144	53	232	143
1990	66	291	179	66	289	178
1991	93	405	249	75	327	201
1992	114	497	305	85	374	230
1993	136	597	367	97	427	262
1994	161	704	432	108	474	291
1995	186	814	500	119	521	320
1996	186	814	500	131	574	352
1997	186	814	500	143	626	384
1998	186	814	500	154	673	413
1999	186	814	500	166	725	445
2000	186	814	500	175	768	471
2001-2003	186	814	500	186	814	500

2.4.5 Requerimientos de demanda, Calendario de producción y precios de producción.

Existen 3 aleaciones básicas y dos subproductos.

Producto 1	Acero monel
Producto 2	Acero al carbón
Producto 3	Acero templado (Cold rolled)
Subproducto 1	Escoria de alto horno
Subproducto 2	Carbon enriquecido

Las demandas pronosticadas domesticas aparecen en la tabla 4 y el calendario de producción en la tabla 5.

Tabla 5. Calendario de producción (miles de ton)

Año	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Subproducto 1	Subproducto 2
1989	100	450	420	2.4	11
1990	200	880	830	4.5	20
1991	260	1138	1070	5.7	27
1992-2003	279	1220	1150	6	29

Tabla 6. Precios (\$/ton)

	Producto 1	Producto 2	Producto 3	Subproducto 1	Subproducto 2
Precio c.i.f. de importación	435	431	260	213	130
Tarifa de importación	65	64	40	32	20
Precio de venta interno	500	495	300	245	150
Precios de exportación	318	227	250	-	-

Tabla 7. Costos de Producción (\$/ton)

	Materia prima 1	Materia prima 2	Materia prima 3	Otras Materias primas	Otros costos variables	Costos Fijos
Producto 1	45.25	54.76	2.41	7.96	54.80	25.65
Producto 2	40.53	49.05	2.16	7.11	51.97	23.62
Producto 3	38.5	46.57	2.05	6.7	29.02	16.27

La demanda del mercado doméstico fué proyectada de acuerdo a dos modelos de pronóstico. Se asumió también que todos los subproductos serían vendidos en el mercado doméstico.

De acuerdo al calendario de producción (externo a este análisis) la producción total sera alcanzada en 1989, y después de satisfacer la demanda interna será exportado.

Actualmente las 3 aleaciones son importadas en un gran porcentaje:

Los precios de importación correspondientes a los costos de fletes y seguros, así como las tarifas de importación (15%) se muestran en la tabla 6, *después que se substituyan las importaciones los precios de venta permaneceran identicos, y las probables diferencias en calidad entre productos domésticos y productos similares en el extranjero requerirán precios de venta más bajos de exportación que los precios prevalecientes en el mercado internacional.* La tabla 6 muestra esta consideración.

2.4.6 Producción y Costos de Operación e Indirectos

Son costos los propiciados por los productos vendidos y gastos de venta como administrativos, así como todos los cargos financieros.

(i) Costos de los productos vendidos. Costos de las materias primas Mano de Obra Indirectos de producción: Gas, electricidad, herramientas, seguros, asistencia técnica y capacitación.

Los costos de materia prima y de mano de obra se muestran en la tabla 7, en ella se incluyen parte de los indirectos de operación.

Los costos del seguro importan 10 millones al año.

La asistencia técnica y capacitación son necesitadas durante los primeros cinco años de producción.

TABLA 8. Costos de asistencia técnica y capacitación¹

1989	1990	1991	1992	1993
1.4	1.3	1.0	0.7	0.4

1 Millones de dolares

La depreciación y amortización son computados en la Tabla 9, incluyendo intangibles

TABLA 9. Calendario de depreciación y amortización.

	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999-2003
Depreciación de maquinaria y equipo (%)	20	20	20	10	10	10	10	-	-	-	-
Depreciación de la construcción	30	20	10	3	3	3	3	3	3	3	3
Depreciación del equipo móvil	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Amortización	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-

(ii) Los gastos de ventas y administrativos son estimados como el 3% del total de sus ventas.

(iii) Cargos financieros, (descritos en la tabla 3)

(iv) Capital de trabajo

$$\text{Capital de trabajo} = \text{Dinero en bancos} + \text{Cuentas por cobrar} + \text{Inventarios} - \text{Cuentas por pagar}$$

Donde

- (a) Dinero en bancos. Es estimado como el 4% de todas las ventas.
- (b) Cuentas por cobrar son calculadas como 1/12 de las ventas domésticas más 1/8 de las exportaciones anuales.

(c) Los inventarios consisten en :

Materias primas : Un mes de todos los materiales + dos meses adicionales de la materia prima No.2

Producto terminado : Un mes de inventarios incluyendo los subproductos

Inventarios en proceso : Estimados como el 68.8% de los productos terminados.

TABLA 10

Gastos de herramientas y consumibles (Millones de dolares)

1989	1990	1991	1992-2003
3	5.62	7.12	7.5

- (d) Cuentas por pagar estimadas a 45 días (1/8 anual) de los requerimientos de materia prima, y son sobretasados en un 15% para tomar los artículos permanentes que entran en este rubro.

2.4.7 Incertidumbre en los parametros

Existen en toda inversión altos riesgos generados por parametros con alto grado de incertidumbre cuya variación impacta en un alto grado el flujo de caja, en esta etapa del análisis esta búsqueda e identificación se hace por medio de estudios de sensibilidad, 16 parametros han sido identificados bajo este status y figuran en la Tabla 11 con un rango de variabilidad asignado, producto del análisis de sensibilidad.

Tabla 11. Variaciones máximas y mínimas de la incertidumbre

Parametros (%)					
Parametro Aleatorio	Lim. sup.	Lim. inf.	Parametro Aleatorio	Lim. sup.	Lim. inf.
Maquinaria y Equipo	+15	-15	Precio de exportación-producto 2	+15	-15
Construcción	+15	-15	Precio de exportación-producto 3	+30	-25
Otros	+15	-15	Materia prima 1	+33	-33
Otros no depreciables	+15	-15	Materia prima 2	+55	-55
Precio interno-Producto 1	+25	-12	Materia prima 3	+25	-15
Precio interno-Producto 2	+25	-15	Otras mat. primas	+25	-15
Precio interno-Producto 3	+30	-25	Otros costos variables	+30	-15
Precio de exportación-producto 1	+25	-12	Costos fijos	+30	-15

Las mayores variaciones se expresan en dos desviaciones estandar, y una distribución normal probabilística trucada. Por tanto si un parametro tiene un valor base b , y puede variar entre +30% y -25% (ver figura 1). éste se puede modelar bajo esta distribución.

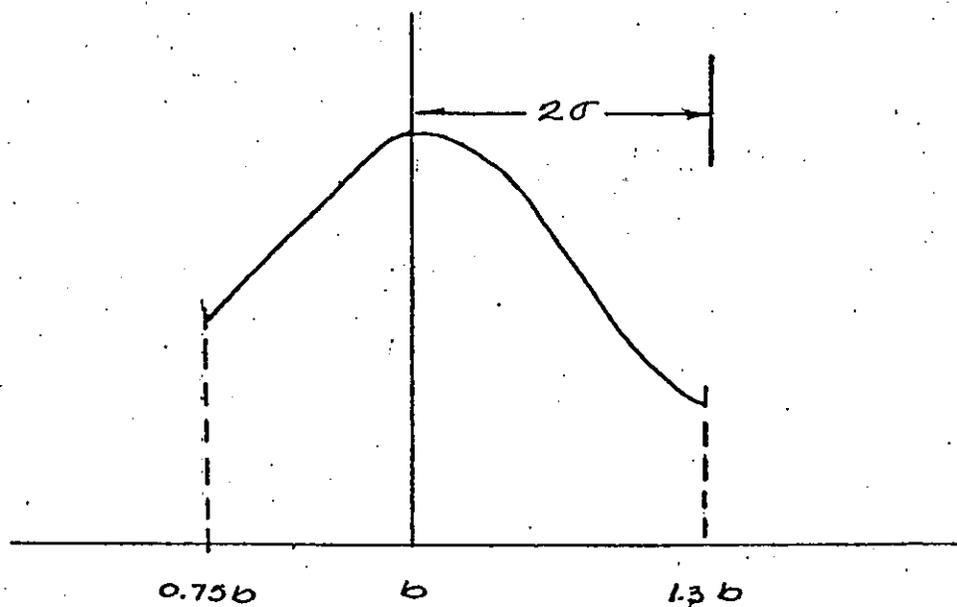


FIG. 1. Distribución normal trucada

2.5 Análisis de la Inversión

De acuerdo a la metodología del punto 2.2, el segundo paso es el cálculo del flujo de caja, tanto el generado antes como el generado después de impuestos.

Las medidas de redituabilidad usadas fueron :

El valor neto presente (descontado al 10%)

La tasa interna de retorno

Los cálculos hechos antes de impuestos se ejecutarán para analizar el proyecto en terminos generales, y los cálculos después de impuestos para su *evaluación social*.

Los impuestos involucrados en el análisis, no son sino transferidos de una agencia gubernamental a otra, pero su uso a través del proyecto general producen un impacto de consumo agregado.

Estos impuestos son :

Tarifas de importación.

Impuestos de venta.

Impuestos de valor neto.

Impuesto especial (Contribución a la investigación).

Impuesto sobre productos de trabajo.

Impuesto para financiar exportaciones.

Las ecuaciones son para el flujo neto $v(i)$ son :

Antes de impuestos :

$$v(i) = \begin{array}{l} - \text{Cargos financieros} \\ \text{de los bancos } (i) \end{array} - \begin{array}{l} \text{Pago del principal} \\ \text{a los bancos na} \\ \text{cionales} \end{array} - \begin{array}{l} \text{Fondos de} \\ \text{público } (i) \end{array}$$

$$1984 \leq i \leq 1988$$

$$v(i) = \text{Ventas totales}(i) - \text{Costos de operación producción e indirectos}(i) - \text{Pago del principal a todos los bancos}(i)$$

1989 ≤ i ≤ 2003

$$\text{Redituabilidad de operación neta} = \text{Ventas} - \text{Impuestos de ventas} - \text{Costos de venta y administrativos}$$

$$- \text{Costos de prod.} + \text{Seguros} + \text{Depreciación y Amortización} + \text{Asist. Técnica y Capacitación}$$

$$\text{Ingresos netos antes de impuestos} = \text{Utilidad neta de operación} + \text{Incentivos de exportación}$$

$$- \text{Intereses sobre el capital} + \text{Intereses de prestamos relativos al capital de trabajo}$$

Después de Impuestos :

$$\text{Ingreso grabable} = 40\% \text{ de Ingreso neto antes de impuestos} - \text{Impuesto de valor neto} - \text{Impuesto especial}$$

$$\text{Ingresos netos} = \text{Ingresos netos antes de impuestos} - \text{Impuesto de valor neto} + \text{Impuesto especial} + \text{Impuesto sobre prod. de trabajo}$$

$$V(i) = \text{Flujo de caja neto antes de imp.}(i) - \text{Tarifas de importación}(i)$$

1984 $\leq i \leq$ 1988

$$V(i) = \text{Flujo de caja antes de impuestos}(i) + \text{Incentivos de exportación}(i) - \text{Impuestos}(i)$$

1989 $\leq i \leq$ 2003

2.6 Resultados del Análisis

Se verificaron 16 corridas para hacer variar los parametros de incertidumbre, los resultados se detallan en las tablas 12 y 13.

Del análisis se aprecia que en la mayor parte de los casos el VPN es negativo para el flujo después de impuestos, explicable por el hecho de que la tasa interna de retorno es en general menor al 10%. El efecto de las variaciones aleatorias en los parametros es producir distribuciones de probabilidad de la tasa interna de retorno por medias tendientes a ser mayores que el caso base debido a que los precios de venta de los productos terminados poseen distribuciones sesgadas positivamente lo que impacta sensiblemente a la tasa interna de retorno.

Si la demanda doméstica 2 se cumpliera, la producción se iría a la exportación con la subsecuente distribución de los precios y la consecuente caída del valor presente y la tasa interna de retorno en la corrida 7.

Los efectos favorables de no tener que pagar cargos financieros por uso de fondos propios es más fuerte que el efecto desfavorable, lo que se muestra en la corrida 8. Debido a que no existen cargos financieros en el período de producción, mayores utilidades existirán que en el caso de financiamiento mixto.

Si el proyecto fuese tomado por una firma privada obviamente los efectos del flujo después de impuestos serían relevantes, y como el proyecto bajo cualquier condición apenas trata de llegar en su tasa interna de retorno (al 10% que es el valor objetivo) el proyecto no es atractivo para el sector privado.

El sector público sin embargo toma en cuenta el impacto socioeconómico del proyecto y por lo tanto un análisis más a fondo es necesario.

No.	Descripción	Caso base	Fractil 1%	Medida	Mediana	Fractil 99%	σ
Flujo neto antes de impuestos							
1	Caso base	221	-	-	-	-	-
2	Incertidumbre en los requerimientos de inversión	-	170	217	216.4	265	21.3
3	Incertidumbre en precios	-	158	292	289	418	49.1
4	Incertidumbre en costos de producción	-	121	189	188	242	27.2
5	Todos los parametros aleatorios	-	114	260	265	423	61.9
6	Escalación del costo de inversión	-63	-186	-25	-28	134	61.1
7	Pronóstico de demanda doméstica 2	53	-61	87	86	223	57.1
8	Financiamiento de pasivos federales	269	161	308	303.2	453	58.8
Flujo neto después de impuestos							
1	Caso base	-107	-	-	-	-	-
2	Incertidumbre en los requerimientos de inversión	-	-155	-111	-111.1	-65	20.2
3	Incertidumbre en precios	-	-146	-59	-57.85	25	34.68
4	Incertidumbre en costos de producción	-	-174	-129	-129.6	-92	20.16
5	Todos los parametros aleatorios	-	205	-83	-79.4	40	48.1
6	Escalación de costo de inversión	-359	-459	-333	-335.6	-204	48.2
7	Pronóstico de demanda doméstica 2	-179	-266	-156	-157.6	-37	44.5
8	Financiamiento de pasivos federales	-112	-204	-89	-87.02	25	43.6

Tabla 12: Valores presentes netos descontados al 10% (millones de dolares USA)

No.	Descripción	Caso base	Fractil 1%	Medida	Mediana	Fractil 99%	σ
Flujo neto antes de impuestos							
1	Caso base	12.4	-	-	-	-	-
2	Incertidumbre en los requerimientos de inversión	-	11.8	12.4	12.35	12.9	0.25
3	Incertidumbre en precios	-	11.8	13.1	13.1	14.3	0.5
4	Incertidumbre en costos de producción	-	11.3	12.1	12.06	12.7	0.3
5	Todos los parametros aleatorios	-	11.2	12.8	12.85	14.5	0.66
6	Escalación del costo de inversión	9.4	8.2	9.8	9.72	11.3	0.59
7	Pronóstico de demanda doméstica 2	10.6	9.3	10.9	10.93	12.5	0.63
8	Financiamiento de pasivos federales	12.2	11.3	12.5	12.5	13.7	0.47
Flujo neto después de impuestos							
1	Caso base	8.5	-	-	-	-	-
2	Incertidumbre en los requerimientos de inversión	-	7.9	8.5	8.49	9.1	0.26
3	Incertidumbre en precios	-	8	9.2	9.24	10.3	0.47
4	Incertidumbre en costos de producción	-	7.6	8.2	8.25	8.7	0.27
5	Todos los parametros aleatorios	-	7.4	8.9	8.93	10.5	0.63
6	Escalación del costo de inversión	5.7	4.6	6.1	6.05	7.6	0.57
7	Pronóstico de demanda doméstica 2	7.5	6.4	7.9	7.88	9.5	0.6
8	Financiamiento de pasivos federales	8.9	8	9.1	9.12	10.2	0.44

Tabla 13 : Resultado de la tasa interna de retorno (%)

2.7 Consideraciones Socio-Económicas

Como se menciona en el punto 2.3 los tres mayores objetivos son :

- Elevar el estandar de vida de la nación
- Redistribución del ingreso a los segmentos más pobres de la Sociedad
- Redistribución de ingresos a la región específica donde la industria será construída

La evaluación del proyecto gira conceptualmente para tomar en cuenta *el costo de oportunidad* que llega a diferir de los precios del mercado, cuyas causas pueden ser el funcionamiento imperfecto de los mecanismos del mercado, así como a restricciones institucionales. El *costo relevante de oportunidad* es un costo social en el sentido que corresponde a parametros nacionales más que a privados y refleja los beneficios de economía en el uso de los recursos.

Como la propensión a ahorrar el ingreso difiere de acuerdo a los niveles sociales y de sector a sector, la manera en que *el balance entre inversión y consumo sea afectado ciertamente depende en quien paga por los recursos, y quien obtiene los beneficios.*

2.7.1 Elementos adicionales de la evaluación

La construcción de esta planta requiere de una extensa inversión en infraestructura :

- Inversión a desarrollar la infraestructura portuaria, para llegar a la capacidad de recibir cargueros de 20 000 toneladas de desplazamiento.
- Agua, se estima un requerimiento de 40 metros cubicos por segundo de gasto.
- Eléctricidad, su demanda en la planta es de 40 a 50 MW al año, pero será necesario conectar al sistema del noroeste (300 MW) con el central y el del sureste (190 MW).

- Urbanización. El proyecto generará aproximadamente 9 000 empleos, los poblados cercanos podran pernoctar a los trabajadores del proyecto.

Por otro lado dado que el proyecto es un polo de desarrollo, el gobierno invertirá \$ 138.5 millones de dolares en proyectos de vivienda y desarrollo urbano para proporcionar los servicios necesarios.

La vivienda será asignada a trabajadores de pocos recursos a traves de arrendamiento. La Tabla 14 muestra el calendario de inversión de arrendamiento. La tabla 14 muestra el calendario de inversión para la infraestructura y la urbanización.

Table 14
Infrastructure, utilities, and urbanization investment (million dollars)

Investment	Año				
	1984	1985	1986	1987	1988
Imported materials	1.7	9.29	18.62	8.28	-
Foreign personnel	0.3	2.11	9.48	2.12	-
Domestic materials	6.1	11.0	11.91	10.68	5.04
Domestic skilled labor	0.6	2.2	2.0	5.26	10.80
Domestic unskilled labor	3.3	4.8	6.0	4.76	2.16

Para propósitos del análisis socio-económico las entradas y salidas del flujo de capital se han desglosado así :

- Moneda extranjera contra moneda nacional
- Sueldos y salarios correspondientes a diferentes categorías de personal
- Pago de recursos cuyos precios del mercado no necesariamente toman su costo de oportunidad

La tabla 15 muestra un sumario comprensivo de todos los flujos de los recursos generados.

El resultado de este proyecto vendido en el mercado doméstico será una *substitución de importaciones*, desde el punto de vista nacional es relevante el evaluar las ventas domésticas en terminos de la *cantidad de divisas ahorradas*. El concepto (1.a) muestra las ventas domésticas valuadas a los precios de flete y seguros (c.i.f. prices).

Los beneficios indirectos se generan del desarrollo regional y de la urbanización así como de los servicios sociales previstos, se calculan estos beneficios de acuerdo a su tasa de descuento social que en este país es del 12% (Conceptos 2a. y 2b). A su vez los costos de construcción no solo toman en cuenta los incurridos en la tabla 2 sino los de la tabla 14.

2.7.2 El procuramiento de un mejor estandar de vida (Primer Objetivo)

El consumo agregado es frecuentemente tomado como una medida del desarrollo social (v.a. estandar de vida), debido a que el consumo per capita es uno de los parametros del bienestar social.

El primer cálculo de la *redituabilidad nacional* NP_1 (a países de mercado), se hace bajo el concepto de la propensión de los beneficiados a pagar los costos a precios diferentes a los precios del mercado, ante ello se procede a descontar los flujos de caja de la tabla 15 a su valor presente a las tasas de 10%, 12%, y 15%, los cuales se muestran en la tabla 16 todos a valor de mercado.

De esta forma el primer estimado de la *redituabilidad nacional* de proyecto se calcula usando :

$$NP_1 = (1) + (2) + (5) + (8) - (3) - (4) - (6) - (7)$$

donde :

- (1) Incremento de divisas que entran al país.
- (2) Beneficios indirectos.
- (5) Prestamos de bancos extranjeros.
- (8) Valor de rescate.
- (3) Costo de Construcción.
- (4) Costos de producción y de operación.
- (6) Pago del financiamiento.
- (7) Reemplazo del equipo mobil.

El segundo cálculo de la redituabilidad nacional NP_2 (a costos sociales)

Aquí se presenta un reajuste en los precios que diferían de los precios del mercado asignándoseles precios sociales, estos son :

- (a) Tipo de cambio, mano de obra calificada, materia prima 1 y materia prima 3, así como energía eléctrica.
- (b) Mano de obra no calificada, y entrenamiento.

Las expresiones (18) para el tipo de cambio y la (17) para el precio sombra de la mano de obra se usan para esta cuantificación donde todos los conceptos de (a) son valuados *por arriba* de sus precios del mercado, ya que la tasa de cambio de moneda refleja un proteccionismo a las exportaciones.

El segundo grupo de parametros es valuado con costos sociales por debajo de los precios del mercado, debido a que la mano de obra no calificada esta subempleada en esa zona.

La tabla 17 muestra los factores de los precios sombra .

Table 16
Present values in year 1 of items in Table 7 (million dollars)

Item	Social Discount Rate			Item	Social Discount Rate		
	10%	12%	15%		10%	12%	15%
1. NET INCREASE IN AVAILABLE FOREIGN EXCHANGE	3763.40	3091.60	2337.59	4d4. Other domestic materials	564.55	469.45	361.60
1a. Domestic sales at foreign exchange import prices	2150.18	1761.66	1299.08	4e. Domestic skilled personnel	165.04	136.62	104.51
1b. Exports	1613.22	1329.94	1038.51	4f. Domestic trained workers	126.34	104.75	80.31
2. INDIRECT BENEFITS	86.34	71.95	55.58	4g. Domestic unskilled labor	4.39	39.30	30.13
2a. Urbanization and social services	24.00	20.00	15.45	5. LOANS FROM FOREIGN BANKS	602.12	578.76	546.45
2b. Benefits from other infrastructure works	62.34	51.95	40.13	6. LOAN REPAYMENT TO FOREIGN BANKS	629.70	549.15	466.62
3. CONSTRUCTION COSTS	1513.21	1455.52	1375.76	7. REPLACEMENT OF MOBILE EQUIPMENT	6.87	5.55	4.07
3a. Imported materials	887.84	853.67	806.37	8. SCRAP VALUE & RECLAIMED WORKING CAPITAL	4.31	3.01	1.77
3b. Foreign personnel	15.74	15.13	14.29	8a. Foreign exchange component	3.20	2.23	1.31
3c. Domestic materials	439.23	422.28	398.90	8b. Domestic components	1.11	0.78	0.46
3d. Domestic skilled personnel	81.66	78.02	73.03	TRANSFERS			
3e. Domestic skilled labor	88.74	86.42	83.17	9. INVESTMENT CREDITS FROM NATIONAL BANKS (f. exch.)	301.46	290.04	274.21
4. PRODUCTION AND OPERATING COSTS	3371.45	2794.19	2142.21	10. INVESTMENT LOAN REPAYMENTS TO NATIONAL BANKS	339.60	312.44	277.43
4a. Imported materials	740.96	613.20	468.78	11. FINANCIAL CHARGES FOR WORKING CAPITAL LOANS	181.32	160.00	135.15
4b. Foreign personnel (Technical assistance)	2.61	2.33	1.98	12. LAND REPAYMENT	0.24	0.24	0.24
4c. Sales expenses abroad	32.24	26.92	20.79	13. RENT PAYMENTS	7.47	6.49	5.02
4d. Domestic materials (total)	1127.77	935.53	717.36				
4d1. Raw material 1	516.03	425.94	325.54				
4d2. Raw material 3	27.41	22.68	17.53				
4d3. Electric power	21.06	17.46	13.38				

El costo de oportunidad de la materia prima 1 es :

$$(1 + Pr_1) (1 + P_{fe}) \text{ (Costo de la mat. 1 a 10\%, 12\%, 15\%)}$$

El costo social de la mano de obra calificada es

$$(1 + P_u)^t W_t ; \quad t = \text{Fracción de } W_t$$

$$W_t = \text{Sueldo de la m.o. calificada}$$

Los beneficios futuros del entrenamiento a la mano de obra son

$$[1 + P_s - t(1 + P_u)] W$$

Por tanto el segundo estimado de la redituabilidad nacional es :

$$NP_2 = NP_1 + P_{fe} FE - P_s W_s - P_u W_u - [t(1 + P_u) - 1](W_t + W)$$

$$- P_{r3} (4d2.) - P_e (4d3.) - (P_{r1} + P_{fe} + P_{r1} P_{fe}) (4d1.) + P_s W$$

Table 17
Values of the parameters used in calculations

Parameter	Symbol	Value
Foreign exchange premium	P_{FE}	0.45
Domestic skilled labor premium	P_S	0.50
Unskilled labor premium	P_U	-0.75
Ratio of unskilled to skilled labor wage rate	r	0.55
Raw material 1 premium	P_{R1}	0.40
Raw material 3 premium	P_{R3}	1.70
Electric power premium	P_E	1.00
Overall marginal rate of savings	s	0.33
Marginal rate of return on investment	q	0.20
Proportion of foreign personnel salary expatriated	α	0.50
Marginal propensities to save:		
- government	s_G	0.90
- national banks	s_B	1.00
- unskilled workers	s_U	0
- trained workers	s_T	0
- rest of the private economy	s_p	0.50
Proportion of beneficial spending in the region	β	0.20

Los símbolos aparecen en la tabla 18

Table 18
Present value of benefits, costs, and successive estimates of national profitability^a

Item	Notation	Disc. rate		
		10%	12%	15%
Shadow price of investment	π	3.94	2.48	1.60
First estimate	NP_1	-1065.06	-1059.09	-1047.27
Net flow of foreign exchange	FE	2061.89	1615.38	1110.59
Skilled personnel payments	W_S	246.70	214.64	177.54
Unskilled labor wages	W_U	136.13	125.72	113.30
Trained labor wages	W_T	126.34	104.75	80.31
Future wages to trained workers	W	29.47	19.10	9.67
Second estimate	NP_2	-608.51	-723.56	-847.01
Government's benefits	G	-452.70	-590.11	-737.96
National banks' benefits	B	236.62	192.48	139.89
Rest of private economy's benefits	P	-645.45	-540.55	-421.95
Benefits to unskilled labor	U	118.63	107.80	95.40
Benefits to trained labor	T	134.39	106.82	77.61
Third estimate	NP_3	-2059.50	-1624.72	-1288.16
Redistribution to low income segments of the society	IR	253.02	214.62	173.01
Benefits to the region	RB	933.52	811.77	672.01

^aAll values, except for π , are in millions of U.S. dollars.

El tercer cálculo de la redituabilidad nacional NP_3 (el impacto de la tasa de inversión en la economía).

Como cualquier país en desarrollo el país de nuestro estudio busca una tasa mejor de captación de ahorro e inversión, situación que es propiciada por el gobierno. En el apéndice I se muestra que el precio sombra de la inversión es

$$\pi = \frac{(1 - s)q}{(i - sq)}$$

Dado que en nuestra parte teórica al hablar de precios sombra se mencionó el concepto de propensión al ahorro por los diferentes sectores es importante identificar los grupos que ganan y pierden por causa del proyecto.

El gobierno :

$$G = NP_1 - (2) + P_{fe} FE + (1 + P_{fe}) [(9) - (10)] - (11) + (13)$$

Los bancos nacionales :

$$B = - (1 + P_{fe}) [(9) - (10)] + (11)$$

El resto de la economía privada :

$$P = - P_s W_s - P_{r3} (4d2.) - P_f (4d3.) - (P_{fe} + P_{r1} + P_{r1} P_{fe}) (4d1.) \\ + (2b.) + P_s W$$

La mano de obra no calificada

$$U = (2a.) - P_u W_u - (13)$$

La mano de obra calificada

$$T = [1 - t (1 + P_u)] (W_t + W)$$

Por tanto el estimado final de la contribución del proyecto al consumo agregado es. :

$$NP_3 = \alpha (S, \pi) G + \beta (S, \pi) B + \gamma (S, \pi) P \\ + \alpha (S, \pi) U + \eta (S, \pi) T$$

donde $\alpha (S, \pi)$ son funciones de consumo agregado dependientes del ahorro S , y el precio sombra de la inversión π .

2.7.3 La redistribución de ingresos a los más pobres segmentos de la población.

Implicitamente hemos tocado este objetivo ya que toda la fuerza laboral de trabajadores son considerados como parte de este segmento por tanto ganan los beneficios sociales y de vivienda (2a) y pierden su venta (13) siendo sus beneficios netos U, así también para la mano de obra calificada se asigna un valor τ de modo que la redistribución de ingreso del proyecto es $IR = U + \tau$

2.7.4 La redistribución de ingresos a los segmentos más pobres de la población en la parte sureste del país.

Estos son :

- Beneficios indirectos resultados de la construcción de infraestructura vivienda y servicios sociales.
- Parte de los salarios pagados al personal extranjero serán gastados en la región.
- Pago a todos las categorías de fuerza laboral usadas en el proyecto.
- Pago a los gobiernos locales por el uso del terreno.

La renta de la vivienda en la región se considera una pérdida en la región, pero no obstante se pueden crear mecanismos para reeditar dicha inversión.

El valor de redistribución a la región es :

$$RR = (2) + (1 - \alpha) (3b) + (1 - \alpha) (4b) + (3d) + (3e) + (4e) \\ + (4f) + (4g) + (12) \quad (13)$$

donde

α = % de moneda extranjera pagada a extranjeros gastada en la zona.

Y usando la expresión (5) los beneficios netos redistribuidos son :

$$RB = RR \frac{1}{1-\gamma}$$

2.7.5 Evaluación del proyecto

La tabla 18 muestra una buena parte de los cálculos finales, de ahí es claro que si tomamos sólo el incremento del estandar de vida a la región el proyecto no es redituable, debido a que NP es negativo para todos los valores relevantes de la tasa interna de retorno, pero si usamos una función objetivo global ϕ , para integrar los 3 objetivos sociales modificados por factores γ_i .

$$\phi = NP_3 + \gamma_1 IR + \gamma_2 RB$$

donde de los cálculos muestran : $NP_3 < 0$, $IR > 0$, y $RB > 0$

Por tanto la naturaleza del proyecto depende de los factores γ_1 y γ_2 donde el gobierno dará mayor o menor peso a los sectores más pobres del país.

La figura 2 muestra las combinaciones entre los pesos γ_i que hacen redituable al proyecto; ($\phi > 0$)

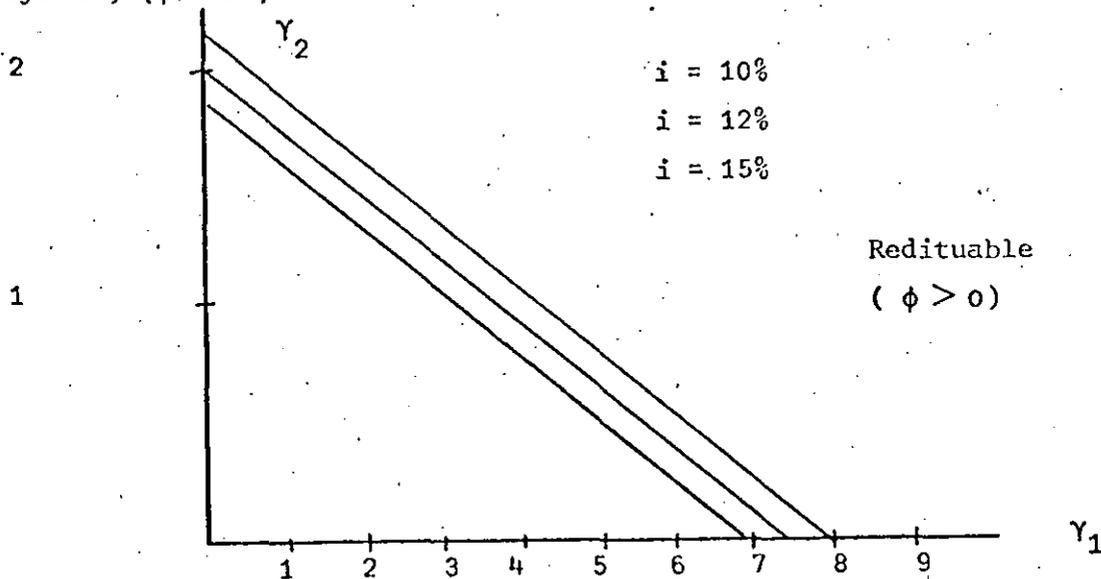


FIG. 2 Espacio de Soluciones del Proyecto.

Por tanto el análisis establece todos los riesgos y los beneficios y conduce a una respuesta simple : SI ó NO tomar el proyecto, *en este punto la decisión es totalmente política.*

Ciertamente, para concluir podemos decir que una forma más adecuada de abordar el problema de la decisión multicriterios se puede basar en los conceptos de la teoría de Utilidad. El espacio de soluciones de la Fig. 2 permite un gran juego de alternativas que el tomador de decisiones puede dar prioridad de acuerdo a su propensión al riesgo.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

PARAMETROS ECONOMICOS DURANTE LA OPERACION

SEPTIEMBRE, 1984

5.8 PARAMETROS ECONOMICOS DURANTE LA OPERACION

5.8.1 Curvas de Aprendizaje y Factores de Disponibilidad

Para medir los beneficios y costos esperados de una inversión, durante el curso de su vida económica, se hace una estimación de los niveles de producción que son factibles de alcanzar período a período.

A menudo los períodos corresponden a años y la estimación puede ser burda o un tanto cuanto sofisticada. En el primer caso se puede suponer que la producción será constante durante cada año de la vida económica de la inversión, e igual a un cierto porcentaje de la capacidad nominal.

Por ejemplo, se podría suponer que el nivel de producción es siempre igual al 80% de la capacidad de un equipo, lo que se puede representar gráficamente como sigue:

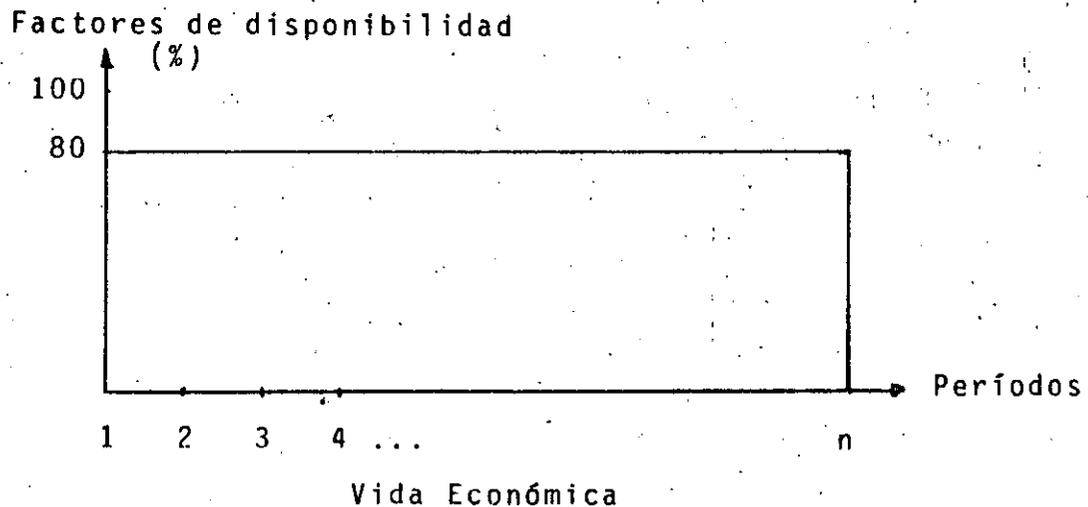


Diagrama 5.4 Gráfica burda de operación viable de un equipo

donde la producción se grafica como un porcentaje de la capacidad nominal. A estos porcentajes se les denomina factores de disponibilidad.

En el caso anterior los beneficios y costos de operación serán constantes durante cada período.

En realidad, la vida económica de los equipos suele estar -

caracterizada por una variabilidad importante en sus niveles de producción potencial. Aun cuando cada grupo de equipos pudiera tener propiedades únicas que lo caracterizaran y, dentro de un grupo específico de equipos, también se pudieran dar circunstancias particulares en cada equipo, sería posible distinguir ciertos patrones de comportamiento predominantes. Además, debido a que algunos factores que norman los niveles de producción de los equipos son controlables (i.e. los mantenimientos programados) ó previsibles (i.e. el proceso de aprendizaje en la operación de un equipo) se han llegado a determinar "curvas típicas de producción viable" para diversas familias de equipos.

Para muchos equipos es posible señalar la existencia de un lapso inicial en su vida económica, llamado de aprendizaje, durante el cual los niveles de producción son crecientes, pero sensiblemente inferiores a los niveles normales. Después se inicia un segundo lapso mayor en que los regímenes de operación alcanzan un nivel estable y cercano al de su capacidad nominal. A este se le llama lapso normal de operación.

Una segunda aproximación gráfica a los patrones de producción viable, caracterizando los dos lapsos mencionados, es como sigue:

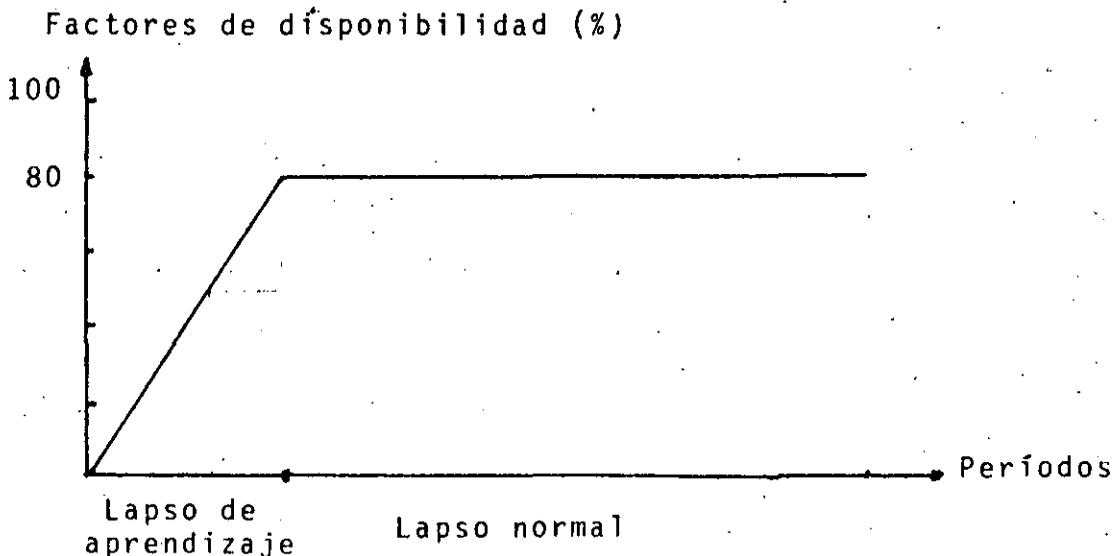


Diagrama 5.5 Gráfica de Operación Viable con Aprendizaje.

El momento en que concluye el aprendizaje de un equipo o proceso se determina de acuerdo con convenciones que le son peculiares a cada rama industrial. Por ejemplo, en el sector eléctrico, se considera que una unidad generadora debe operar con los factores de disponibilidad correspondientes a su régimen normal de operación ó superiores, durante un período ininterrumpido de un mes, antes de iniciar su lapso normal de operación.

La parte de la gráfica que corresponde al lapso de aprendizaje es conocida como "curva de aprendizaje". Esta curva es casi inexistente en algunos equipos, pero en otros es notablemente distinta al régimen normal. Son muchos los factores que condicionan el proceso de aprendizaje, entre los que destacan:

- 1º La experiencia del personal de operación que, tratándose de un equipo nuevo, puede ser limitada o nula. La capacitación previa de dicho personal no necesariamente compensa su falta de experiencia.
- 2º Las limitaciones técnicas inherentes a la operación de un equipo nuevo. Bien conocido es, por ejemplo, el lapso necesario para "aflojar" el motor de un vehículo nuevo.
- 3º Las actividades de producción de carácter preparatorio, debidas a la naturaleza misma del sistema de producción. Estas son frecuentes en los casos de actividades extractivas, ya que para la explotación de un tajo ó de una mina subterránea es preciso iniciar las actividades con maniobras de preparación, durante las cuales la productividad efectiva es nula o reducida. En el tajo, las maniobras de descapote, y en la mina, la construcción de galerías para la preparación de frentes largas, caracterizan el aprendizaje. Lo anterior ilustra el hecho de que las curvas de operación viable se aplican al estudio tanto de equipos como de procesos.

En los procesos de manufacturas con fabricación en serie, también se presenta el fenómeno de aprendizaje en relación con las causas anotadas en primero (experiencia de la mano de obra) y en tercer (preparación de la línea de ensamble) términos.

Típicamente, las curvas de aprendizaje suelen ser cóncavas, es decir que durante su curso, la producción se incrementa con tasas cada vez menores. En los diagramas 3, 4 y 5 se ilustran curvas de aprendizaje de varios tipos de equipos - en la industria siderúrgica.

Por lo que se refiere al período normal, las desviaciones - previstas con respecto a un régimen estable son las que corresponden a mantenimientos programados para equipos complejos. Por ejemplo, en siderurgia, los altos hornos, para la producción de arrabio requieren de un mantenimiento mayor, con recubrimiento completo de su interior, cada siete años aproximadamente. Esta maniobra puede retirar del servicio al equipo durante unos seis meses.

Algo similar ocurre en el sector eléctrico, con las centrales nucleoelectricas. En éstas, cada diez años, en promedio, se realiza la recarga completa de combustible en los reactores nucleares. Como ejemplo en el diagrama 5.9 se presenta la gráfica de factores de disponibilidad previstos por Sofratome, proveedora de sistemas nucleares de suministro de vapor de agua presurizada para unidades generadoras de 900 a 1300 MW, durante la vida económica de estos equipos.

Utilización de
la capacidad instalada

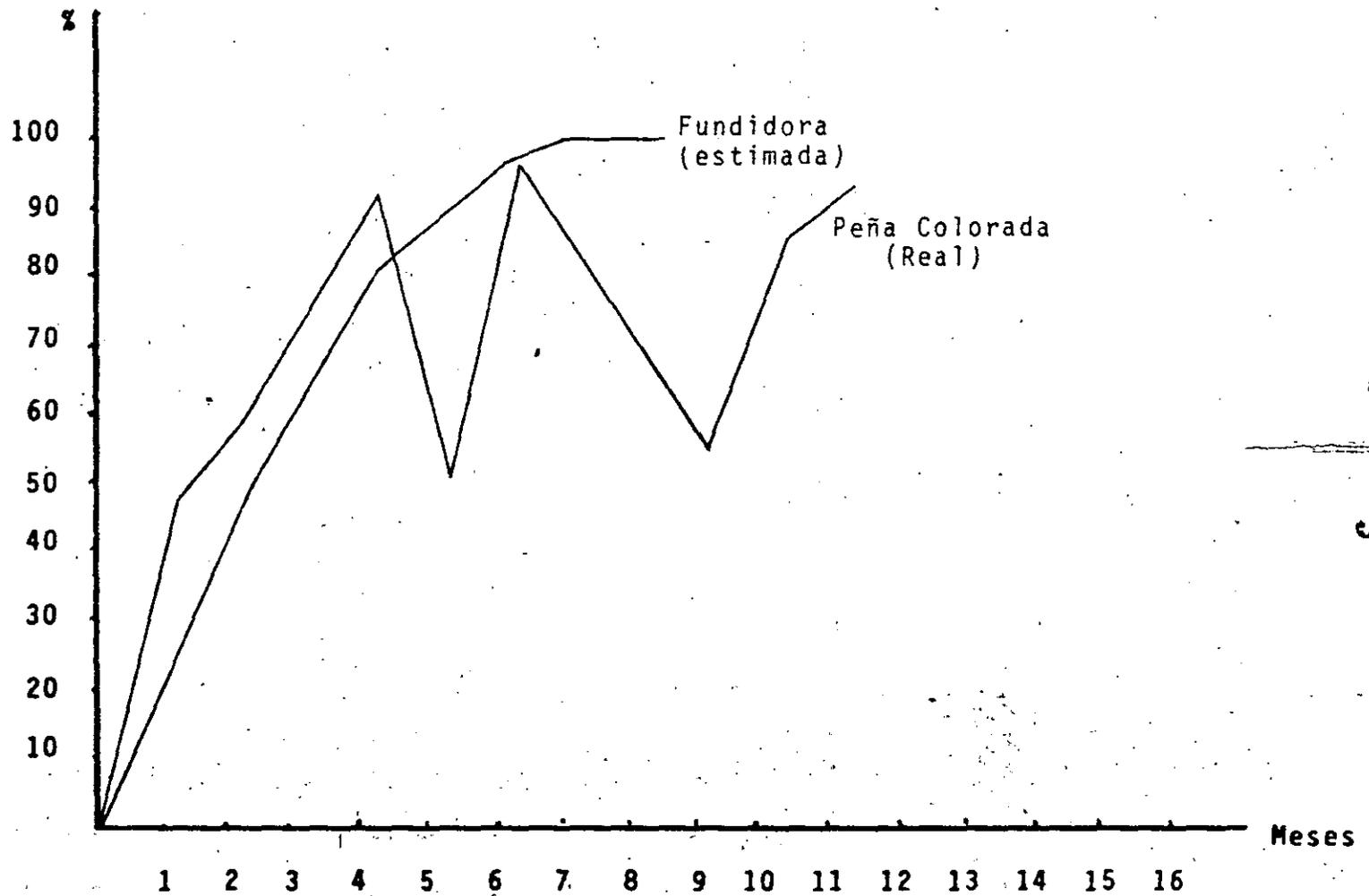


DIAGRAMA 5.6 CURVAS DE APRENDIZAJE DE PLANTAS PELETIZADORAS
DE MINERAL DE HIERRO.

Utilización de
la capacidad instalada

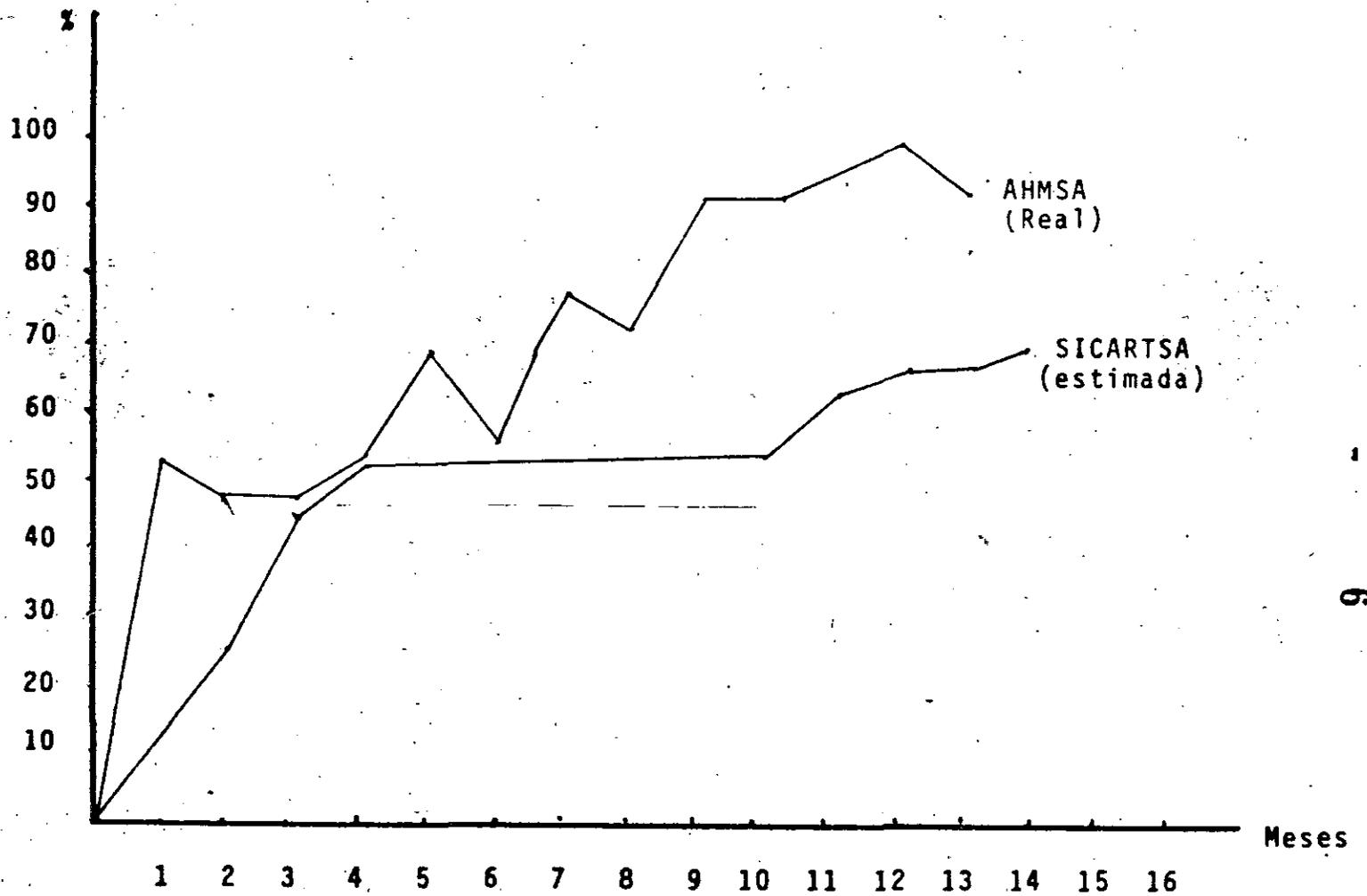


DIAGRAMA 5.7 CURVAS DE APRENDIZAJE DE ALTOS HORNOS

Utilización de la capacidad instalada

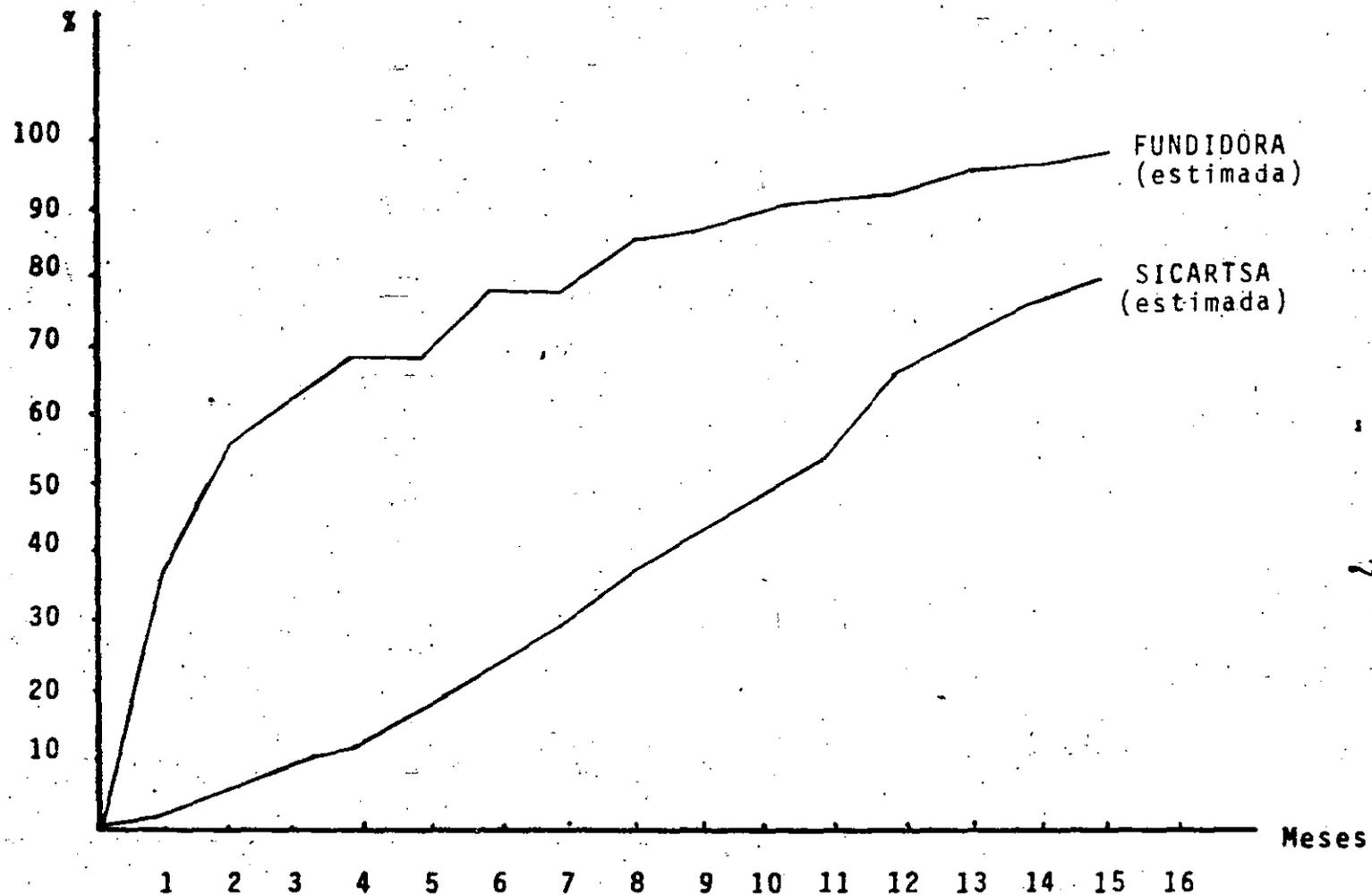


DIAGRAMA 5.8 CURVAS DE APRENDIZAJE DE CONVERTIDORES AL OXIGENO PARA LA REFINACION DE ACERO.

Factor de
Disponibilidad
(%)

Condiciones de Operación de
Unidades de 900 a 1300 MW en
Reactores Nucleares de agua Presurizada
Proporcionados por el fabricante.

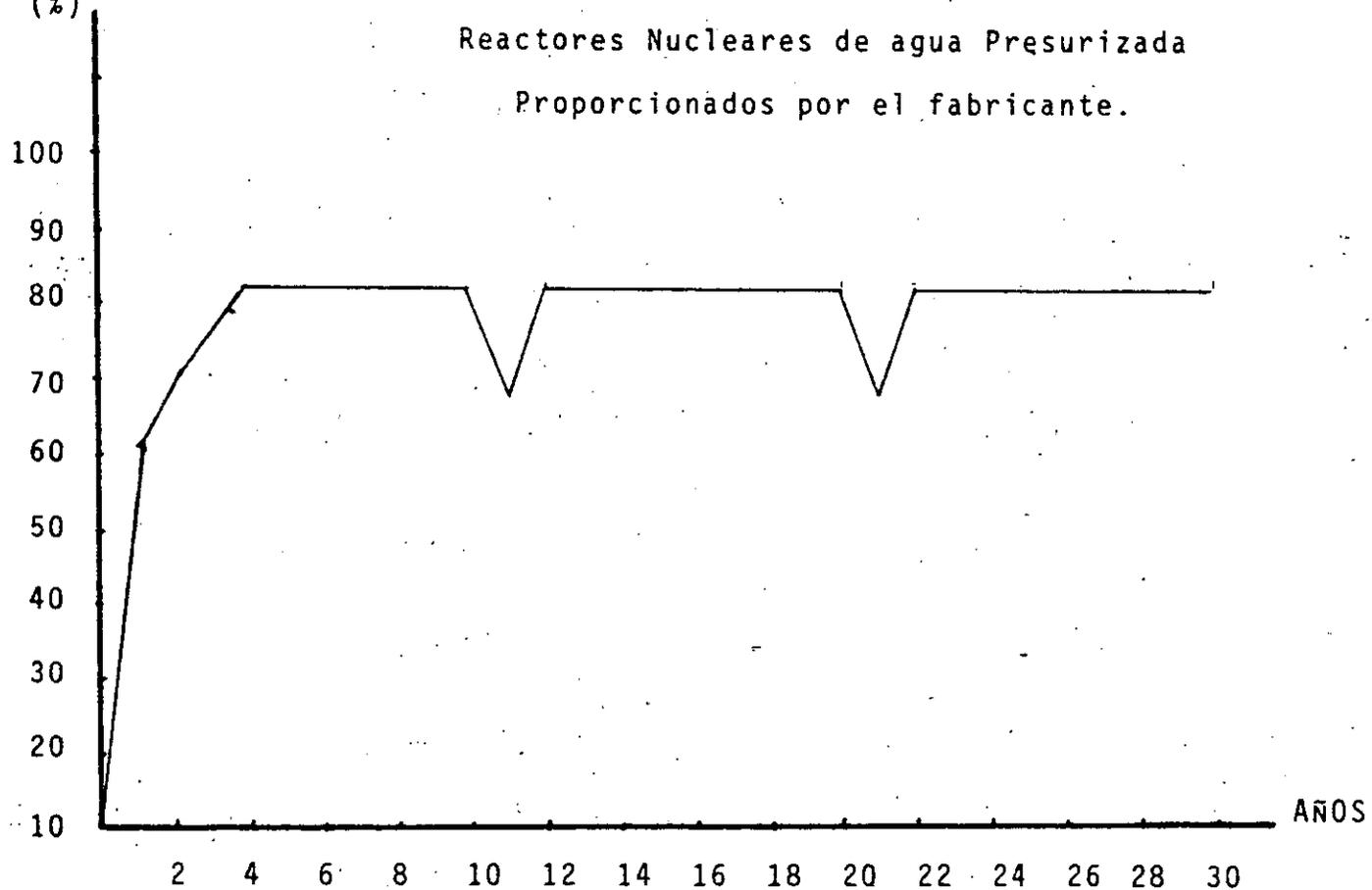


DIAGRAMA 5.9 GRAFICA DE OPERACION PREVISTA PARA UNIDADES NUCLEARES DEL TIPO PWR.

Por último, la incidencia de fallas suele ir en aumento en la mayoría de los equipos, conforme avanza su vida económica. Esta situación significa que, en promedio, los factores de disponibilidad declinan gradualmente durante la última parte de la vida económica de los equipos; o de los sistemas de producción cuando se trata, por ejemplo, de yacimientos que se agotan.

A todo lo anterior se deben añadir desviaciones aleatorias en la disponibilidad de los equipos. Estas se refieren a causas diversas no previsibles, y difieren considerablemente, inclusive entre equipos similares.

En consecuencia, la curva real de factores de disponibilidad de un equipo, podría presentarse como sigue:

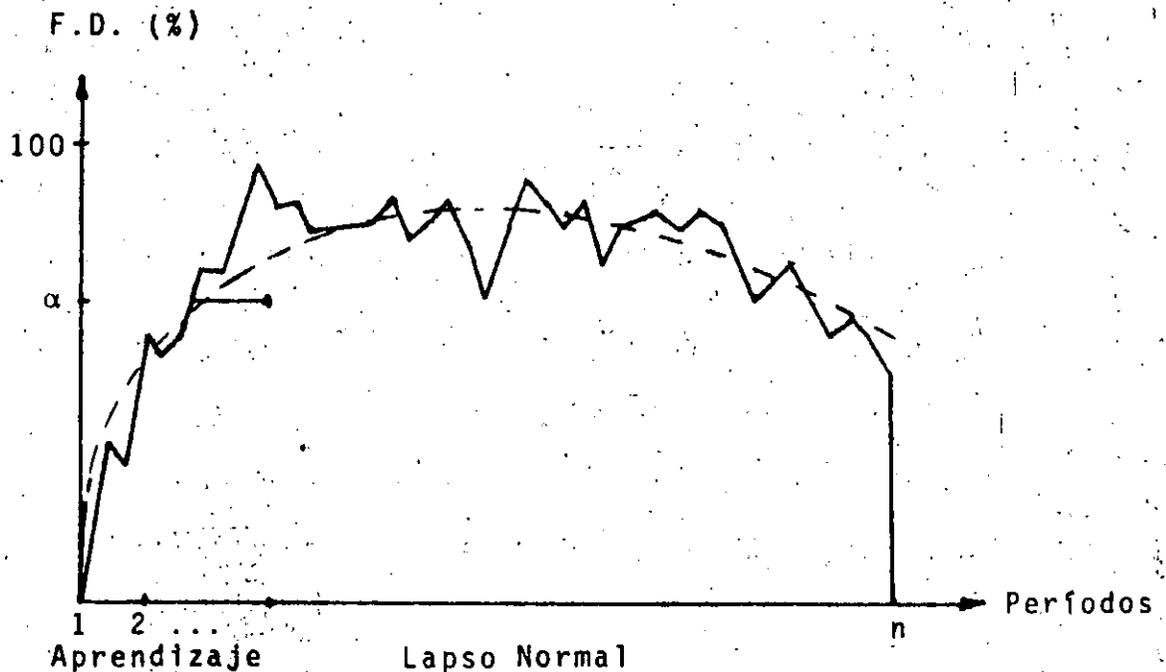


Diagrama 5.10 Gráfica Típica de Operación Real de un Equipo.

Cuando se cuenta con gráficas de operación real de varios equipos similares, éstas pueden analizarse, ponderarse y ajustarse con objeto de obtener gráficas prospectivas de operación viable, para su aplicación a equipos futuros.

Un ejemplo de esto se ilustra en el diagrama 8, donde aparecen en primer lugar las curvas discontinuas correspondientes a 5 unidades generadoras termoeléctricas de 158 MW. A ellas se sobreponen dos curvas continuas, la primera, irregular, - un promedio aritmético de las curvas individuales; y la segunda, suavizada, como el mejor ajuste polinómico a la anterior.

Es esta última curva la que se utiliza en estudios de planeación. Sus aplicaciones principales son:

- 1º La programación de inversiones, para que la entrada en operación de las unidades nuevas permita contar siempre con reservas efectivas de capacidad en los sistemas eléctricos. En general el objetivo es lograr que la capacidad de producción exceda permanentemente, en proporción razonable, a la demanda.

Esta propiedad es privativa de sistemas en los cuales no es posible sustituir los déficit temporales con importaciones. En otros casos podría convenir diferir la expansión en capacidad para aprovechar eventualmente las economías de escala existentes en proyectos de inversión.

- 2º La estimación de costos y beneficios asociados con la operación.

Los costos de operación a menudo pueden clasificarse en fijos y variables, en tanto que los beneficios casi siempre son proporcionales al nivel de producción, o sea variables.

Es evidente que la calidad de las curvas de factores de disponibilidad de equipos y procesos es determinante de la calidad del flujo de efectivo que se obtenga para la evaluación de los proyectos correspondientes.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

PARAMETROS ECONOMICOS BASICOS DE BIENES DE INVERSION

J.L. ABURTO

R.L. MORALES

SEPTIEMBRE, 1984

5.7 PARAMETROS ECONOMICOS BASICOS DE BIENES DE INVERSION.

Los acervos físicos o bienes de inversión (instalaciones, maquinaria, equipos) no se consumen sensiblemente durante el proceso de producción. Para evaluar proyectos es necesario definir varios parámetros económicos que permiten transformar los beneficios y costos de los acervos físicos en componentes anuales (o por período) del flujo de efectivo del proyecto. A continuación se enuncian y explican los parámetros de uso más generalizado.

5.7.1 Vida Económica

Se denomina vida económica de un bien duradero al período esperado de uso del mismo, que hace que el costo anual equivalente de continuar utilizándolo sea mínimo.

La vida económica de un bien suele ser estimada a partir del análisis del comportamiento que en el pasado han tenido bienes similares.

Una de las aplicaciones que se da al parámetro de "vida económica de un bien" es la de tomarlo como base para calcular el gasto anual, por concepto de depreciación, que se asigna contablemente al "consumo" de dicho bien.^{1/}

Como ejemplo, en el cuadro adjunto se citan algunos valores típicos de vida económica (VE) para equipos empleados en el Sector Eléctrico. Las tasas de depreciación anual correspondientes se calculan como $(100/VE)$, lo que se deriva del método de línea recta ^{2/}

^{1/} ver sección 5.7.2

^{2/} ver sección 5.7.4

CUADRO 5.5

**VIDA ECONOMICA ASIGNADA CONTABLEMENTE
A VARIOS BIENES DE INVERSION EN EL SECTOR ELECTRICO**

C O N C E P T O	TASA DE DEPRECIACION	VIDA ECONOMICA
PLANTAS GENERADORAS - GEOTERMICAS		
Edificios, Estructuras y Adaptaciones.	2.00	50
Unidades Turbogeneradoras.	3.00	33
Equipo Eléctrico Accesorio.	3.00	33
Pozos y Conductores de Vapor.	10.00	10
PLANTAS GENERADORAS - VAPOR		
Edificios, Estructuras y Adaptaciones.	1.70	59
Equipo Generador de Vapor.	2.65	38
Unidades Turbogeneradoras.	2.50	40
Equipo Eléctrico Accesorio.	2.56	39
PLANTAS GENERADORAS - HIDROELECTRICAS		
Edificios, Estructuras y Adaptaciones.	1.56	64
Vasos, Presas y Conducciones de Agua.	1.25	80
Ruedas Hidráulicas, Turbinas Hidráulicas y Generadores.	2.00	50
Equipo Eléctrico Accesorio.	2.50	40

5.7.2 Depreciación.

La depreciación es un instrumento para medir la influencia del tiempo sobre el valor de un bien de inversión, y para crear una reserva para prever su eventual reposición.

Conforme un bien envejece su valor se reduce por efectos tanto intrínsecos como extrínsecos; entre los primeros se cuenta el deterioro gradual del bien, que se traduce en su menor confiabilidad, acompañada de costos incrementales de mantenimiento y reparación; entre los segundos está el progreso tecnológico, que significa obsolescencia y menor productividad del bien, cuando se le compara con sustitutos modernos.

Excepciones se presentan en el caso de bienes que adquieren un valor mayor como antigüedades. Por otra parte, los terrenos que no son degradados por su explotación, pueden estar sometidos a un proceso de apreciación.

Desde el punto de vista contable la depreciación es un instrumento de asignación y no de evaluación, es decir, es un método para distribuir el costo inicial de un bien de inversión a lo largo de su vida estimada. La depreciación es un costo virtual que se registra con los siguientes propósitos:

- a) Para medir adecuadamente los costos de producción, incluyendo el consumo paulatino de los bienes de inversión.

- b) Para recuperar el capital invertido.
- c) Para crear una reserva para reinversión, es decir para la reposición de los bienes de inversión.
- d) Para reducir los ingresos gravables.

Por tratarse de un costo virtual, la depreciación no forma parte del flujo de efectivo del proyecto.

Es posible categorizar varios tipos de depreciación en función de sus causas.

- a) Física.- Debida al desgaste gradual o al deterioro súbito por falla permanente del bien de inversión.
- b) Funcional.- Ocurre cuando se hace insuficiente o innecesaria la función que realizaba un bien de inversión. Ejemplo es el de un puente estrecho para el paso de camiones; cuando los vehículos exceden en dimensión y peso la capacidad del puente, la función de éste resulta insuficiente. La eventual construcción de otro puente hace del primero innecesario.
- c) Tecnología.- Por obsolescencia.
- d) Por agotamiento.- Es resultado de la explotación de un recurso no renovable.
- e) Monetaria.- Debida a variaciones en precios. El aumento en el precio de un bien encarece su reemplazo, de manera que el capital recuperado por su depreciación será insuficiente para adquirir un sustituto ^{1/}. La reducción en el precio de un bien

^{1/} Más adelante se discuten procedimientos para contrarrestar los efectos de la devaluación monetaria.

duradero que se mantiene en inventario también se traduce en una depreciación monetaria; este fenómeno ocurre en mercados con variaciones cíclicas, como los de los metales, y en industrias con alto ritmo de innovación tecnológica como la electrónica.

5.7.3 Valor residual y valor contable.

El valor esperado de un bien al final de su vida económica se denomina valor residual.

El valor residual puede ser positivo, nulo o negativo. Positivo cuando es revendido para su uso ulterior o como chatarra, negativo cuando el costo de su remoción (por ejemplo, en la demolición de un edificio) excede al valor recuperable por la venta de sus partes.

Se conoce como valor contable de un bien a la diferencia entre su valor inicial y la depreciación acumulada, en cada período de su vida económica.

Cuando un proyecto de inversión tiene una duración esperada inferior a la vida económica de algún bien de inversión requerido por el proyecto, al final del mismo será posible recuperar tal bien con un valor contable positivo. En tal caso, este "valor recuperable" debe incluirse explícitamente como un beneficio en el flujo de efectivo del proyecto.

5.7.4 Métodos de Depreciación

Es conveniente visualizar los cargos por depreciación como pagos a un fondo específico, creado con el fin de financiar el reemplazo del bien considerado.

Existen varios métodos para depreciar bienes de inversión, los más comunes se mencionan a continuación.

Notación:

- n : vida económica esperada de la unidad productiva, en años.
- t : años transcurridos desde la entrada en operación de la unidad productiva ($t=1, \dots, n$).
- C : costo de la unidad productiva.
- S : valor residual de la unidad productiva al final de su vida económica.
- D_t : cargo por depreciación en el período t ($t=1, \dots, n$).
- d_t : factor del cargo por depreciación en el período t ($t=1, \dots, n$).
- VC_t : valor contable de la unidad productiva al final del año t ($t=0, \dots, n$).

donde

$$VC_0 = C$$

$$VC_n = S$$

Las siguientes expresiones relacionan el valor contable y los cargos por depreciación:

$$VC_t = C - \sum_{i=1}^t D_i$$

$$D_t = VC_{t-1} - VC_t$$

Estas dos ecuaciones fundamentales son aplicables independientemente del método de depreciación empleado.

i) El método de la línea recta:

Es el método más simple, se caracteriza porque la depreciación anual es constante:

$$d_t = \frac{1}{n}$$

$$D_t = \frac{C-S}{n} \quad \forall t$$

$$VC_t = C - tD_t$$

ii) El método de la suma de dígitos:

Es un método de depreciación acelerada en los primeros años de la vida económica del bien. En cada período el factor de cargo anual por depreciación está dado por el cociente que resulta de dividir el número de años de la vida económica restante (n-t+1) entre la suma de los dígitos de la vida económica total (1+...+n=n(n+1)/2).

Es decir:

$$d_t = \frac{2(n-t+1)}{n(n+1)}$$

$$D_t = \frac{2(n-t+1)}{n(n+1)} (C-S)$$

$$VC_t = \frac{2\{1+\dots+(n-t)\}}{n(n+1)} (C-S) + S$$

iii) El método del balance decreciente:

Este método, que genera la depreciación mayor en los primeros períodos, se basa en definir una tasa constante de depreciación:

$$d: \text{ tasa de depreciación} = 1 - \left(\frac{S}{C}\right)^{1/n} \quad \text{con } S > 0$$

aplicable al valor contable de la unidad productiva en cada período.

$$VC_t = C(1-d)^t$$

$$= C \left[1 - \left(1 - \sqrt[n]{\frac{S}{C}} \right) \right]^t$$

$$VC_t = C \left(\frac{S}{C} \right)^{t/n} \quad (t=0, \dots, n)$$

$$D_t = VC_{t-1}d$$

$$D_t = C \left(\frac{S}{C} \right)^{(t-1)/n} \left(1 - \sqrt[n]{\frac{S}{C}} \right) \quad (t=1, \dots, n)$$

iv) El método del fondo de amortización.

La depreciación calculada por este método, constituye un fondo uniforme anual que recupera la cantidad invertida. Este método considera que el valor de un bien decrece a una tasa creciente, en contraposición con los métodos de la suma de dígitos y de balance decreciente, en los cuales el valor contable del bien disminuye a una tasa decreciente.

En este método, se establece un fondo de amortización, cuyo monto crece hasta hacerse igual al valor inicial menos el valor residual del bien.

El cargo por depreciación en cada período es igual al incremento del fondo de amortización en dicho período.

En la sección 4.1.2. se definió el factor del fondo de amortización, de la forma siguiente:

$$\frac{i}{(1+i)^n - 1}$$

A partir de este factor, se establece el cargo por depreciación:

$$d_t = \frac{i}{(1+i)^n - 1} (1+i)^{t-1}$$

en donde i es la tasa de interés, o tasa de descuento considerada.

Entonces

$$D_t = (C-S) \frac{i (1+i)^{t-1}}{(1+i)^n - 1}$$

y

$$VC_t = C - (C-S) \frac{(1+i)^t - 1}{(1+i)^n - 1}$$

Comentarios

Los métodos analizados están basados en la edad cronológica de la unidad productiva, pero no toman en consideración su deterioro u obsolescencia. Idealmente, el valor contable de un bien debe, en cada período, reflejar su valor real; otras propiedades deseables son que el método sea fácil de aplicar y que permita recuperar el capital invertido.

Cuando la tasa de interés empleada con el método del fondo de amortización es nula, éste es equivalente al de la línea recta; entre mayor es i , la depreciación inicial es menor. Con los métodos de depreciación acelerada se tiene que, durante la primera mitad de la vida económica del bien, la depreciación acumulada es igual a tres cuartas partes de su valor inicial, con suma de dígitos, y dos terceras partes, con balance decreciente.

5.7.5 El factor de recuperación del capital.

El factor de recuperación del capital se utiliza para convertir los costos de inversión de un proyecto en un flujo de cargos fijos uniformes, que es suficien-

$$g = \frac{c(1+r)^n (-r)}{1 - (1+r)^n}$$

(6)
$$g = \frac{r(1+r)^n c}{(1+r)^n - 1}$$

Cuando los flujos son uniformes, la fracción capitalizada en cada intervalo es:

(7)
$$f = \frac{g}{c}$$

es decir

(8)
$$f = \frac{r(1+r)^n}{(1+r)^n - 1}$$

en particular, cuando la tasa de descuento es nula (r=0)

$$f = \frac{g}{c} = \frac{1}{n}$$

Se puede ver que:

$$f = \frac{r}{(1+r)^n - 1} + r$$

Se concluye que el factor de recuperación del capital es igual al factor del fondo de amortización más la tasa de descuento. Este resultado significa que el factor de recuperación del capital permite recuperar el valor de la inversión (mediante la creación de una reserva para depreciación por el método del fondo de amortización) y además pagar el costo del dinero a una tasa r la cual puede según sea definida, reflejar aspectos monetarios y sociales.

En el cuadro 5.6 se resumen algunos valores del factor de recuperación del capital.

CUADRO 5.6

ALGUNOS VALORES TIPICOS DEL FACTOR DE
RECUPERACION DEL CAPITAL

Vida econó- mica espe- rada en años	Tasa anual de descuento (%)				
	0	5	10	15	20
10	0.1000	0.1295	0.1627	0.1993	0.2385
11	0.0909	0.1204	0.1540	0.1911	0.2311
12	0.0833	0.1128	0.1468	0.1845	0.2253
13	0.0769	0.1065	0.1408	0.1791	0.2206
14	0.0714	0.1010	0.1357	0.1747	0.2169
15	0.0667	0.0963	0.1315	0.1710	0.2139
20	0.0500	0.0802	0.1175	0.1598	0.2054
25	0.0400	0.0710	0.1102	0.1547	0.2021
30	0.0333	0.0651	0.1061	0.1523	0.2008



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

LOS PROGRAMAS DE LA OBRA Y LA INVERSION

J.L. ABURTO
R.L. MORALES

SEPTIEMBRE, 1984

5.6 LOS PROGRAMAS DE LA OBRA Y LA INVERSION.

Durante las etapas de factibilidad y de diseño se van conformando los programas de la obra y la inversión; primeramente con un carácter muy preliminar y mas adelante, en revisiones sucesivas, aún durante la etapa de construcción, se tendrán programas cada vez más precisos.

Estos programas son elementos de fundamental importancia en el control efectivo del avance del proyecto, para:

- 1ª) prever la aplicación oportuna y coordinada de los recursos (humanos, financieros y físicos) requeridos,
- 2ª) detectar desviaciones tan pronto como se suscitan, y
- 3ª) tomar acciones correctivas.

Estos programas son calendarios en los cuales se identifican para cada período ^{1/} las acciones mas importantes que se deben realizar, los recursos requeridos y los presupuestos correspondientes.

Evidentemente, la metodología que se reseña a continuación no es sino una descripción muy simplificada de los hechos, con objeto de destacar los aspectos más relevantes de la programación de las obras y las inversiones.

5.6.1 El Programa de la Obra

En primer término se elabora el programa de la obra, en el cual se destaca el avance físico de la misma, identificando todos los procesos que es necesario llevar a cabo en cada período.

En seguida, para cada actividad, se identifican los recursos necesarios y el momento en que deben ser aplicados; de manera que el

^{1/} sin perder generalidad, se hará referencia a períodos anuales.

calendario de procesos pueda ser traducido en un calendario equivalente de aplicación de recursos. Es este último el que se emplea en la evaluación económica de los proyectos de inversión. - Conviene recordar en este punto que el concepto central del fenómeno económico es el análisis de la asignación de recursos escasos a la realización de actividades optativas, en el contexto integral del sistema económico.

Para detallar el programa de la obra, se cuenta con técnicas estandarizadas, como el método de la Ruta Crítica, que ayudan a secuenciar actividades y distribuirlas en el tiempo, de manera que se optimice el calendario de avance físico, adecuándolo a la disponibilidad de los recursos involucrados.

5.6.2 El Programa de la Inversión

Para proceder metódicamente con el análisis se incorpora una notación.

a) elementos básicos:

i : conjunto de recursos ($i=1, \dots, m$)

j : conjunto de procesos ($j=1, \dots, n$)

t : conjunto de períodos ($t=1, \dots, s$)

s es la duración esperada de la construcción de la obra; los recursos son, por ejemplo: mano de obra, materiales, equipos, etc.; los procesos pueden referirse a actividades tales como: cimentación, fabricación de equipos, montaje de equipos, etc.

b) parámetros y variables:

Z = presupuesto de inversión total (escalar)

I = (I_t) : vector de presupuestos de inversión total anual

Q = (q_{jt}) : matriz de presupuestos de inversión por proceso y por período.

Y = (y_{ijt}) : matrices técnicas de recursos y procesos, por período.

X = (x_{it}) : matriz de presupuestos de inversión por recurso y por período.

Como síntesis del programa de la obra se elabora el análisis de actividades que, mediante coeficientes técnicos (y_{ijt}), proporciona la equivalencia entre recursos y procesos desglosados en el tiempo. El presupuesto de inversión se obtiene al expresar estos coeficientes técnicos en términos monetarios.

En una primera fase se podría precisar que, por ejemplo, durante el período inicial el proceso de cimentación requiere la aplicación de 650,000 horas-hombre. En la segunda fase se añadiría que, dado un costo medio estimado en \$60 la hora-hombre, el presupuesto del primer período será de 39 millones de pesos por concepto de mano de obra, en el proceso de cimentación.

($y_{ijt} = \$39 \times 10^6$, con i =mano de obra, j =cimentación, t =año 1).

Los presupuestos de inversión se pueden concretar por la vía de los recursos ó de los procesos. Se tienen las identidades siguientes:

$$q_{jt} = \sum_{i=1}^m y_{ijt}$$

$$x_{it} = \sum_{j=1}^n y_{ijt}$$

$$I_t = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n y_{ijt}$$

$$I_t = \sum_{i=1}^m x_{it}$$

$$I_t = \sum_{j=1}^n q_{jt}$$

$$Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \sum_{t=1}^s y_{ijt}$$

$$Z = \sum_{t=1}^s I_t$$

Por ejemplo, se puede tener:

i) Avance físico de procesos por períodos:

P r o c e s o s	P e r í o d o s			
	1	2	3	4
1) cimentación	///	///		
2) otras obras civiles		///	///	
3) montaje de equipos		///	///	///
4) instalaciones especiales ^{1/}			///	///
5) instrumentación y control			///	///

ii) Presupuestos de inversión asociados con procesos y períodos:

	1	2	3	4
1	q ₁₁	q ₁₂	0	0
2	0	q ₂₂	q ₂₃	0
Q = 3	0	q ₃₂	q ₃₃	q ₃₄
4	0	q ₄₂	q ₄₃	0
5	0	0	q ₅₃	q ₅₄

$$I = \{I_1 \quad I_2 \quad I_3 \quad I_4\}$$

iii) Presupuestos de inversión asociados con recursos y períodos:

	1	2	3	4
(1) mano de obra	x ₁₁	x ₁₂	x ₁₃	x ₁₄
(2) equipos	0	x ₂₂	x ₂₃	Q
x = (3) materiales	x ₃₁	x ₃₂	x ₃₃	x ₃₄
(4) contratos y servicios	x ₄₁	x ₄₂	x ₄₃	x ₄₄

$$I = \{I_1 \quad I_2 \quad I_3 \quad I_4\}$$

^{1/} i.e.: sanitarias, hidráulicas, eléctricas, etc.

Es factible manejar las matrices resultantes Q y X en términos de porcentajes, ya que ésto permite la revisión permanente de sus coeficientes por una parte y por otra facilita la manipulación de los componentes para hacer estimaciones a futuro, bajo diversas hipótesis de inflación, por ejemplo.

A continuación se presenta un ejemplo numérico de las matrices Q y X y en la sección 5.6.3 se discuten los problemas relacionados con el manejo de los precios de los componentes de la inversión.

Se presenta el programa de inversiones para un proyecto carbó-eléctrico que comprende cuatro unidades de 350 MW cada una. El plazo de construcción es de 60 meses y el presupuesto desglosado en porcentajes se consigna primero clasificado por grupos de insumos (cuadro 5.3) y después por períodos (cuadro 5.4).

CUADRO 5.3

PROGRAMA DE INVERSIONES PARA UN PROYECTO CARBOELECTRICO, CLASIFICADO
POR PERIODOS

GRUPO DE INSUMOS	IMPORTE TOTAL	A N O S				
		1	2	3	4	5
1.0 GENERADORES DE VAPOR	(15.28)	(6.15)	(12.21)	(12.81)	16.26)	(25.37)
2.0 TURBOGENERADORES	(8.25)	(0)	(4.61)	(8.26)	(10.73)	(9.22)
3.0 EQUIPOS MECANICOS	(20.09)	(3.51)	(21.56)	(21.94)	(18.36)	(20.57)
4.0 ELECTRICA	(5.82)	(0.87)	(5.81)	(5.82)	(6.20)	(5.67)
5.0 CIVIL Y ESTRUCTURAL	(11.52)	(29.80)	(12.59)	(10.98)	(10.97)	(9.26)
6.0 TUBERIAS E INSTRUMENTACION	(6.0)	(4.39)	(6:39)	(5.85)	(6.44)	(4.8)
7.0 OBRAS EXTERIORES Y URBANIZACION	(2.54)	(20)	(2.25)	(2.18)	(2.06)	(2.15)
8.0 SUBESTACIONES	(1.44)	-	(1.59)	(1.44)	(1.54)	(1.17)
9.0 INDIRECTOS	(29.02)	(35.16)	(32.94)	(30.66)	(27.39)	(21.74)
T O T A L E S:	100	100	100	100	100	100

CUADRO 1

PROGRAMA DE INVERSIONES PARA UN PROYECTO CARBOELECTRICO, CLASIFICADO
POR GRUPOS DE INSUMOS

GRUPO DE INSUMOS	IMPORTE TOTAL	A N O S				
		1	2	3	4	5
1.0 GENERADORES DE VAPOR	100	(0.87)	(16.99)	(25.51)	(35.57)	(21.03)
2.0 TURBOGENERADORES	100	(0)	(11.89)	(30.47)	(43.47)	(14.16)
3.0 EQUIPOS MECANICOS	100	(0.38)	(22.82)	(33.24)	(30.57)	(12.97)
4.0 ELECTRICA	100	(0.32)	(21.23)	(30.45)	(35.63)	(12.34)
5.0 CIVIL Y ESTRUCTURAL	100	(5.65)	(23.25)	(29.03)	(31.86)	(10.19)
6.0 TUBERIAS E INSTRUMENTACION	100	(1.59)	(22.66)	(29.68)	(35.91)	(10.13)
7.0 OBRAS EXTERIORES Y URBANIZACION	100	(17.13)	(18.83)	(26.17)	(27.11)	(10.73)
8.0 SUBESTACIONES	100	-	(23.50)	(30.46)	(35.76)	(10.26)
9.0 INDIRECTOS	100	(2.64)	(24.13)	(32.16)	(31.56)	(9.49)
T O T A L E S:	100	(2.18)	(21.26)	(30.43)	(33.43)	(12.67)

5.6.3 Análisis en moneda constante y corriente.

Al elaborar el presupuesto de inversión de un proyecto, es común realizar las estimaciones en moneda actual, es decir con los precios vigentes en el momento de presupuestar, como si éstos fueran a permanecer constantes durante la ejecución del proyecto. Se obtiene así un presupuesto de inversión en moneda constante.

Este presupuesto es importante porque permite evaluar la asignación de recursos antes mencionada, dando una idea clara de la intensidad relativa de la actividad en la obra y de la magnitud y distribución de los recursos comprometidos, en cada período.

Sin embargo, dos obras cuyo presupuesto de inversión, en moneda constante fuese idéntico, podrían diferir significativamente en su costo real, si sus plazos de construcción fuesen esencialmente distintos.

Para prever adecuadamente el costo de los proyectos es indispensable analizar sus presupuestos de inversión en moneda corriente. Para esto, el análisis prospectivo requiere del uso de índices de precios aplicables a cada proyecto. Por ejemplo, un proyecto intensivo en tecnología de importación tendría mayor afectación en su presupuesto como consecuencia de un cambio adverso en la paridad de las monedas involucradas.

El uso de las matrices de recursos por períodos es especialmente valioso para efectuar los análisis de los proyectos de inversión en moneda corriente. Esto se debe a que en muchos países se cuenta con índices históricos de precios de insumos básicos y, desde 1970 en que se inició el proceso inflacionario crónico, a nivel mundial, han ido surgiendo variados servicios econométricos especializados en el pronóstico de índices de precios.

Los índices históricos permiten, además, actualizar -traer a valor presente- las inversiones hechas en proyectos ya terminados, para mejorar las estimaciones en moneda constante de los presupuestos de inversión de los proyectos nuevos.

Llamando P a la matriz de índices de precios de los recursos, con elementos p_{it} (índice de precios del recurso i en el período t, con respecto a un período base preestablecido), se puede definir:

$$X^* = (x_{it}^*)$$

la matriz de presupuestos de inversión en moneda corriente, por recurso y por período; siendo:

$$x_{it}^* = p_{it} x_{it}$$

Por ejemplo, en el período inicial, (t=1) se cuenta con un presupuesto de inversión en valor constante para la mano de obra, durante los cuatro períodos que cubre la ejecución del proyecto.

$$x_{it}^{(1)} = (1, 2, 4, 3)$$

si los índices de precios pronosticados para la mano de obra fueren:

$$p_{it}^{(1)} = (1, 3/2, 7/4, 2)$$

el presupuesto de inversión en moneda corriente sería:

$$x_{it}^* = (1, 3, 7, 6)$$

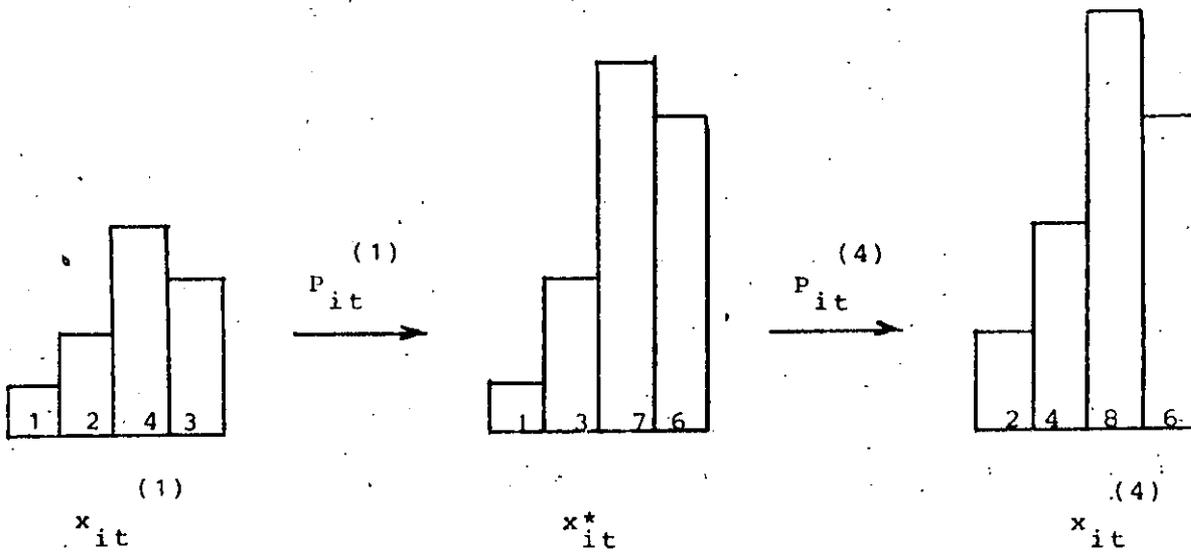
Suponiendo que los índices de precios previstos se hubieran cumplido al pie de la letra, ya terminado el proyecto podría ser de interés estimar el costo de la mano de obra en moneda del período 4, para mejorar la presupuestación de otros proyectos. Los índices que se deberían aplicar serían entonces:

$$p_{i,t}^{(4)} = (1/2, 3/4, 7/8, 1)$$

obteniendo:

$$x_{it}^{(4)} = (2, 4, 8, 6)$$

Gráficamente:



Asimismo, es factible trabajar con inversiones totales en moneda corriente:

$$I_t^* = \sum_{i=1}^m x_{it}^*$$

$$Z^* = \sum_{t=1}^s I_t^*$$

Algunas aplicaciones de los conceptos analizados

- Y puede ser útil en estudios de productividad en la ejecución de proyectos de inversión.
- Q es un elemento para estudiar las implicaciones de cambios en los programas de avance físico de las obras.
- X e I pueden aplicarse a la evaluación económica de los proyectos de inversión.



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

EL PROCESO DE FORMULACION DE PROYECTOS

J.L. ABURTO
R.L. MORALES

SEPTIEMBRE, 1984

5.4 EL PROCESO DE FORMULACION DE PROYECTOS

5.4.1 Descripción de las etapas que caracterizan la vida de los proyectos.

La vida de los proyectos de inversión puede caracterizarse a través del tiempo por la definición de tres etapas:

- 1º) la etapa de estudios o de formulación del proyecto, la cual se analiza en esta sección.
- 2º) la etapa de construcción durante la cual se realiza la obra y se efectúa la inversión. Esta etapa se revisa en la sección 5.6.
- 3º) la etapa de operación o vida económica del proyecto, durante la cual se anticipa que se habrán de producir beneficios netos, o flujos de consumo diferido, que justifican la decisión de realizar el proyecto. Esta etapa se analiza en la sección 5.8

En general los países de rápido crecimiento confrontan una escasa disponibilidad de proyectos identificados con aceptable nivel técnico, en los distintos sectores de su economía. Esta escasez constituye un obstáculo en la planificación del desarrollo, ya que cuando la demanda de un producto o servicio crece más rápido que la capacidad de formulación de proyectos para satisfacer tal demanda, las oportunidades para generar opciones y seleccionar proyectos óptimos se ven seriamente limitadas.

Un proyecto comprende toda la gama de actividades que van desde la intención de realizar una acción, hasta el término de su ejecución y puesta en marcha. Los estudios comprenden todas las fases previas a la

ejecución, aunque en ellos se deben contemplar, desde luego, todos los problemas relacionados con la implantación y la operación del proyecto mismo.

La preparación de un estudio involucra un gran número de consideraciones de orden técnico, económico y financiero, que deben conducirse a varios niveles de detalle; desde el nivel global de objetivos nacionales pasando por consideraciones regionales y locales, hasta los muy especializados análisis de tipo técnico.

En esta sección se definen explícitamente las etapas secuenciales de los estudios, que constituyen la formulación metódica de un proyecto de inversión.

5.4.2 Definición de las etapas en la formulación del proyecto

Es frecuente encontrar que en los estudios iniciales del proyecto, se procesa información respecto a algún aspecto aislado con un grado de detalle que supera muchas veces los antecedentes que serían necesarios para tomar una primera decisión; esto se debe, en gran parte, a la falta de una definición adecuada de las etapas de preparación y de organización de las disciplinas que intervienen en el análisis, lo cual repercute directamente en el costo de los estudios, en el tiempo para su preparación, en los recursos humanos utilizados y en la propia calidad del estudio.

Lo anterior lleva a pensar en la conveniencia de que los proyectos se lleven a cabo en etapas secuenciales, que podrían definirse como sigue:

- 1a) Identificación
- 2a) Gran Visión
- 3a) Prefactibilidad
- 4a) Factibilidad

Al concluir estas cuatro etapas se tiene formulado el proyecto y, una vez tomada la decisión de realizarlo, se procede a las etapas siguientes:

- 5a) Diseño
- 6a) Ejecución
- 7a) Puesta en Marcha
- 8a) Operación y Análisis de Resultados.

Las etapas enunciadas están ligadas a una serie de decisiones y de elaboración de estudios de mayor detalle, por lo que, como resultado de cada una de ellas, se debe proporcionar la información pertinente para que se recomienden las acciones sucesivas.

La Fase de Estudios

Las cuatro primeras etapas constituyen lo que propiamente se denomina proceso de formulación del proyecto ^{1/}; a través del cual se incrementa gradualmente el conocimiento de las características relevantes del proyecto y se orienta su formulación según la experiencia acumulada en etapas anteriores. Este proceso se ilustra en el diagrama 1, donde también se sugiere que los costos y los tiempos involucrados van en aumento.

La asignación de recursos (humanos, físicos y financieros) a un proyecto será consecuente con las decisiones que se vayan tomando en el sentido de suspender los estudios y abandonar el proyecto, profundizar en los estudios o avanzar a la etapa subsiguiente.

1/ también conocida como fase de ingeniería preliminar.

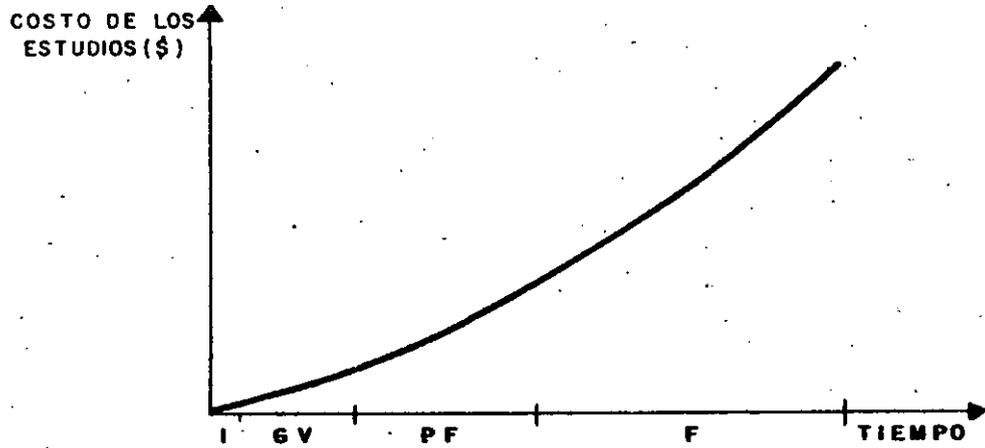
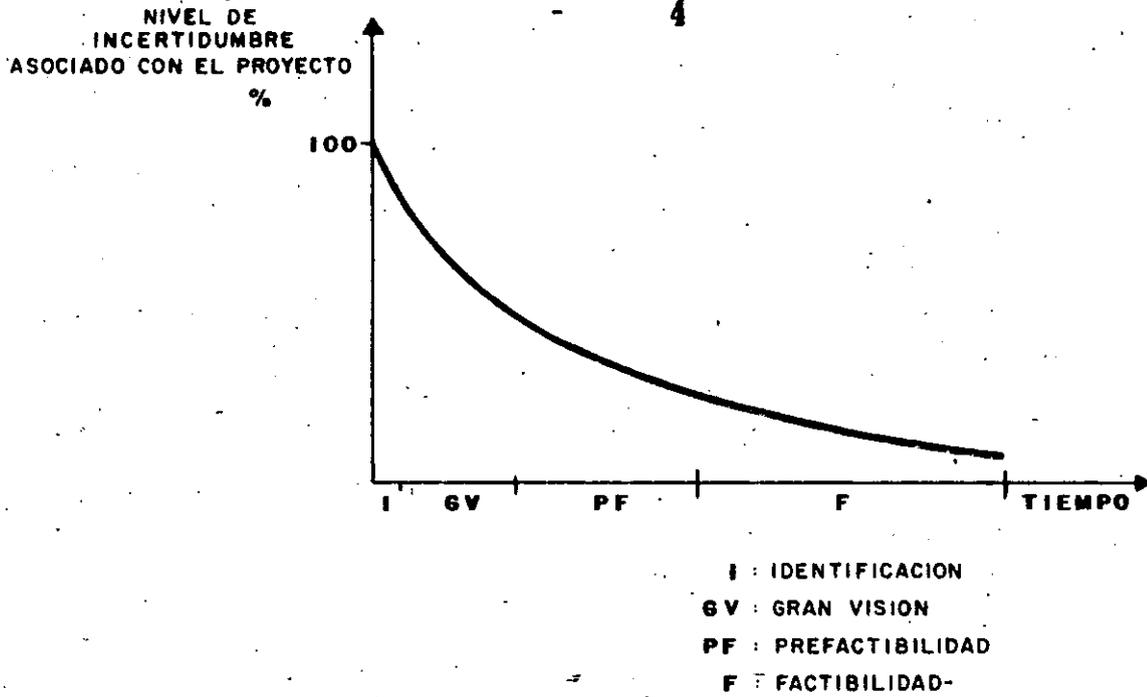


DIAGRAMA I. NIVELES DE INCERTIDUMBRE Y DE COSTOS ASOCIADOS CON LAS ETAPAS DE ESTUDIO DE UN PROYECTO.

ETAPAS EN LOS PROCESOS DE FORMULACION Y REALIZACION DE PROYECTOS DE INVERSION

PROCESOS	ETAPAS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
F O R M U L A C I O N	1a. Identificación	Ingeniería Conceptual: estudios basados en información disponible.	Identificación de cuando menos una opción viable para la realización del proyecto
	2a. Gran Visión	Análisis preliminar de opciones mediante: a) consultas a especialistas experimentados b) estudios generales de Ing. Básica (i.e. topográficos, geológicos, geohidrológicos) c) evaluaciones económicas (beneficios y costos) preliminares	Conjunto de opciones concretas bien definidas Identificación de aspectos críticos que requieren de mayor estudio ^{1/}
	3a. Prefactibilidad	Análisis complementario de opciones mediante: a) estudios específicos de Ing. Básica b) evaluaciones económicas	Selección de la mejor opción
	4a. Factibilidad	Elaboración de los estudios definitivos sobre los cuales se basa la decisión de realizar el proyecto: a) anteproyecto: descripción técnica de la mejor opción b) programas preliminares de la obra y la inversión c) evaluación económica definitiva d) evaluación financiera preliminar	Documento de la mejor opción técnica, económica y financiera factible. Decisión de realizar el proyecto
R E A L I Z A C I O N	5a. Diseño	a) Ing. de Diseño (Ing. de Proyecto ó Ing. de Detalle) b) Celebración de concursos de obra y de equipos c) Evaluación técnica y financiera de ofertas d) Programación y presupuestación de la obra e) Evaluación financiera definitiva del proyecto	Proyecto de la obra (especificaciones de construcción y de equipos) Adjudicación de contratos a contratistas y proveedores Programa y Presupuesto de la Obra
	6a. Ejecución	Realización del proyecto (construcción y montaje de equipos)	Obra terminada

^{1/} cuando no se identifican tales aspectos críticos se puede proceder directamente a la etapa de Factibilidad.

ETAPAS EN LOS PROCESOS DE FORMULACION Y REALIZACION DE PROYECTOS DE INVERSION

PROCESOS	ETAPAS	ACTIVIDADES	RESULTADOS
F O R M U L A C I O N	1a. Identificación	Ingeniería Conceptual: estudios basados en información disponible	Identificación de cuando menos una opción viable para la realización del proyecto
	2a. Gran Visión	Análisis preliminar de opciones mediante: a) consultas a especialistas experimentados b) estudios generales de Ing. Básica (i.e. topográficos, geológicos, geohidrológicos) c) evaluaciones económicas (beneficios y costos) preliminares	Conjunto de opciones concretas bien definidas Identificación de aspectos críticos que requieren de mayor estudio ^{1/}
	3a. Prefactibilidad	Análisis complementario de opciones mediante: a) estudios específicos de Ing. Básica b) evaluaciones económicas	Selección de la mejor opción
	4a. Factibilidad	Elaboración de los estudios definitivos sobre los cuales se basa la decisión de realizar el proyecto: a) anteproyecto: descripción técnica de la mejor opción b) programas preliminares de la obra y la inversión c) evaluación económica definitiva d) evaluación financiera preliminar	Documento de la mejor opción técnica, económica y financiera factible. Decisión de realizar el proyecto
R E A L I Z A C I O N	5a. Diseño	a) Ing. de Diseño (Ing. de Proyecto ó Ing. de Detalle) b) Celebración de concursos de obra y de equipos c) Evaluación técnica y financiera de ofertas d) Programación y presupuestación de la obra e) Evaluación financiera definitiva del proyecto	Proyecto de la obra (especificaciones de construcción y de equipos) Adjudicación de contratos a contratistas y proveedores Programa y Presupuesto de la Obra
	6a. Ejecución	Realización del proyecto (construcción y montaje de equipos)	Obra terminada

^{1/} cuando no se identifican tales aspectos críticos se puede proceder directamente a la etapa de Factibilidad.

5.4.3 Aplicación

La Formulación de un Proyecto Geotermoeléctrico.

1a) Etapa de Identificación:

Con base en manifestaciones espontáneas de vapor, el conocimiento documentado de fallas geológicas y de estudios geohidrológicos previos, se define la posible existencia de un yacimiento de vapor geotérmico.

2a) Etapa de Gran Visión:

Se realizan visitas de campo con especialistas experimentados y se inician estudios geológicos locales que permitan elaborar una configuración y cuantificación del potencial, preliminares, del yacimiento. Los resultados anteriores permiten asimismo iniciar planes optativos de perforación exploratoria e identificar los problemas cuya solución requiere estudios de mayor detalle.

3a) Etapa de Prefactibilidad:

Se desarrollan estudios geofísicos, geosísmicos y de sistemas eléctricos que permitan resolver los problemas identificados en la etapa anterior. Al terminar los estudios de prefactibilidad se habrán definido espesores de estratos, características de resistencia de los mismos, etc. Se está entonces en posibilidad de seleccionar la mejor opción para el desarrollo del campo geotérmico.

Esta etapa se puede omitir en aquellos proyectos que se conocen como normalizados ^{1/}.

4a) Etapa de Factibilidad:

Se elabora un anteproyecto del desarrollo del campo geotérmico y se determina el tamaño del proyecto geotermoeléctrico.

Se estiman los volúmenes de obra, se dimensionan los equipos e instalaciones principales y se hace una cuantificación deta

^{1/} este concepto se explica mas adelante.

llada de costos y beneficios.

Se perforan pozos exploratorios y con la información obtenida se planifica la ubicación y profundidad de los pozos productores; se elabora el esquema de vaporductos, se ubican la central generadora y las instalaciones para el tratamiento de desechos.

Se realiza la evaluación financiera preliminar.

5.4.4 Proyectos Homogéneos y Proyectos Heterogéneos

Cuando el diseño básico de un proyecto de inversión es aplicable a otros de la misma naturaleza, se dice que el proyecto es homogéneo o reproducible; su diseño puede ser normalizado con lo cual se determinan especificaciones estandarizadas.

Dentro de las actividades industriales, en general, son reproducibles los proyectos de inversión que se refieren a ramas de la economía conocidas como "de transformación" o "manufactureras", tales como:

- química y petroquímica,
- metálicas básicas (refinación de acero, cobre, aluminio, etc.)
- maquinaria y equipo (talleres de maquinado y formado; líneas de ensamble),
- electricidad (centrales termoeléctricas con combustibles fósiles o nucleares).

Evidentemente, aún cuando se cuente con un diseño normalizado, cada proyecto requiere de ciertos estudios de ingeniería preliminar y de diseño, mediante los cuales se habrán de obtener las especificaciones particulares del proyecto, que son función de las características del sitio selecciona

do. Por ejemplo, se estudia la geología del sitio para diseñar la cimentación; la hidrología, en caso de que el proyecto requiera del agua como insumo; las condiciones locales de climatología, altura, etc., que pudieran influir sobre las condiciones de trabajo de los equipos y por lo tanto, sobre su diseño; la infraestructura local, para determinar, por ejemplo, la accesibilidad del sitio (entrada y salida de bienes) y la disponibilidad de servicios locales de apoyo (mano de obra calificada, talleres para servicio y reparación de aparatos y maquinaria, etc.).

Existe sin embargo otro tipo de proyectos los cuales, siendo de la misma naturaleza, son intrínsecamente heterogéneos, por lo que no pueden contar con un diseño normalizado. Quedan comprendidos en esta categoría todos los proyectos de inversión relacionados con la explotación de recursos naturales.

Se pueden mencionar los proyectos hidráulicos, geotérmicos, los mineros, tanto para la extracción de metales, como de no metales (i.e. petróleo, carbón, sal, etc.); como ejemplos de proyectos heterogéneos. Su localización, dimensionamiento, configuración y la selección de la tecnología, quedan condicionados por las características del recurso que se pretende explotar.

En estos proyectos la ingeniería preliminar constituye un componente importante por sus amplias demandas, tanto en tiempo como en presupuesto.

Por ejemplo, la exploración de un yacimiento de carbón, su desarrollo y la preparación para su explotación comercial, pueden consumir unos cinco años de intensa actividad.

En proyectos heterogéneos, el nivel de incertidumbre respecto a la estimación de beneficios y costos es mayor que en los

proyectos homogéneos. En la previsión para la explotación del yacimiento de carbón, surgen preguntas como las siguientes: ¿que tan variables serán el espesor del manto y su profundidad? ¿habrá fallas que compliquen la extracción? ¿será estable la composición del mineral? Por lo tanto, aun cuando los estudios estén avanzados y se pueda decidir sobre la ejecución del proyecto, es difícil establecer con precisión los programas de obra, de inversión y de producción, correspondientes.

Es en proyectos heterogéneos donde los estudios de gran visión cobran mayor importancia; contar con la participación de especialistas experimentados, desde las primeras etapas de los estudios, resulta de la mayor trascendencia para seguir adecuadamente su desarrollo y fundamentar conceptualmente el proyecto.

Se pueden contrastar los proyectos heterogéneos con los homogéneos por la forma como típicamente se decide su ejecución. En proyectos homogéneos la decisión suele ser dicotómica; dado que se cuenta con un diseño, y posiblemente con un sitio previamente seleccionado, es posible contar a priori con abundante información económica, lo que permite tomar una decisión rápida y definitiva. Los proyectos homogéneos pueden estar bien formulados, aguardando solamente el mejor momento para ser seleccionados. En cambio, tratándose de proyectos heterogéneos, se decide varias veces, y por etapas, sobre su ejecución. Típicamente, en estos proyectos, se autoriza anualmente un presupuesto para llevar a cabo estudios, de cuyos resultados depende la decisión sobre la asignación presupuestal para el siguiente año. La decisión de realizar el proyecto, entonces, se va tomando gradualmente; en cada etapa, se decide realizar otra etapa más. Solo al terminar los estudios de ingeniería preliminar se tiene formulado el proyecto heterogéneo y se cuenta con elementos suficientes para programar óptimamente su ejecución.

Volviendo a los comentarios al inicio del capítulo, en países en desarrollo con altos crecimientos en la demanda de algún servicio, la capacidad de generación y ejecución de proyectos de inversión para satisfacer tal demanda es limitada. Este problema es particularmente grave cuando se trata de proyectos heterogéneos, por lo que las decisiones de inversión a menudo se orientan preferentemente a la selección de proyectos normalizados de gran tamaño, con períodos de construcción menor, como único medio para satisfacer oportunamente la demanda.

5.5 ELABORACION DE UN CATALOGO DE PROYECTOS

La elaboración de un catálogo de proyectos homogéneos se refiere básicamente a la identificación de sitios asequibles. Por ejemplo, para elaborar un catálogo de proyectos termoeléctricos duales (operando indistintamente con combustóleo o con gas natural) se estudian aspectos como los siguientes:

- geología del sitio en estudio,
- hidrología del lugar para identificar la disponibilidad de agua de enfriamiento,
- infraestructura del sitio, particularmente por lo que se refiere a las posibilidades de suministro de los combustibles,
- evaluación económica del proyecto,
- distribución y proyección de la demanda de energía eléctrica,
- configuración de los sistemas eléctricos de potencia, actuales y futuros, para simular su operación y verificar que se satisfagan ciertas condiciones del comportamiento de la central, frente a las necesidades del sistema,
- etc.

Se podría contar, en un catálogo como el referido, con un número indeterminado de sitios viables para el emplazamiento de centrales termoeléctricas. Su selección y calendarización, sería resultado de la evaluación simultánea de todos los proyectos optativos identificados. Esto se puede lograr mediante el uso de modelos matemáticos de programación de inversiones, que representan interacciones de cada proyecto con el resto de los elementos (centros de producción y de consumo) del sistema. Aún cuando la evaluación aislada de los proyectos conduzca a un cierto ordenamiento de los mismos, su evaluación simultánea puede alterar ese rango. En sistemas eléctricos, la red de transmisión y los crecimientos regionales relativos de la demanda, constituyen algunas de las interacciones que pueden influir sobre el rango.

Aplicación.- Resumen de un Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos.

Un catálogo de proyectos heterogéneos es un resumen actualizado de los resultados de los estudios de ingeniería preliminar que se llevan a cabo. A continuación se resumen, con propósitos ilustrativos, algunos aspectos del Catálogo de Proyectos Hidroeléctricos que mantiene la CFE,

Como antecedente se cuenta con un estudio ^{1/} en que se estima el potencial hidroeléctrico del país. Con base en la información disponible: curvas de isoescorrentamiento y estudios de la Comisión Nacional del Plan Hidráulico, cartografía elaborada por varias instituciones, etc., se obtuvo la información que se concentra en el cuadro 1. En 541 proyectos, incluidos los ya construidos, se estima un potencial de 172,000 millones de KWh en años medios ^{2/}. Para colocar esta cifra en perspectiva se debe mencionar que en 1981 se generaron 24,400 millones de KWh en centrales hidroeléctricas, el 14.2% del potencial.

En su edición de marzo de 1981, el catálogo de proyectos hidroeléctricos de CFE consigna 83 proyectos, cuyos resultados se resumen en el cuadro 2.

Aproximadamente la mitad de ellos están en etapa de identificación y casi la tercera parte en etapa de gran visión. Solamente se tienen 9 proyectos en etapas de diseño o construcción. La capacidad promedio 253 MW por proyecto y su generación media estimada de 771 millones de KWh.

Por comparación, las centrales termoeléctricas convencionales con diseño normalizado, que se construyen actualmente en el país, tienen una capacidad de 1,400 MW y una generación media anual de 8,600 millones de KWh.

1/ "Potencial Hidroeléctrico Nacional", CFE, 1978.

2/ el término de año medio se refiere al valor promedio anual de los volúmenes captados por escurrimiento, en varios años.

Sin embargo, no se debe pensar que todó el potencial será necesariamente aprovechado. Muchos proyectos identificados nunca llegan a realizarse debido a obstáculos insuperables de índole geológica; otros se diferencian indefinidamente por cuestiones económicas. Es factible que eventualmente se aproveche del orden del 50% del potencial identificado, es decir, que se generen anualmente unos 80,000 ó 90,000 millones de KWh.

Núm.	ESTADO	No. PROYS.	POT. MED. M. W.	G. MED. A. G. W. H.	% POTENCIA	% GENERACION
1.-	Coahuila	1	14	123	0.1	0.1
2.-	Colima.	3	42	363	0.2	0.2
3.-	Chiapas.	91	6,558	57,430	33.4	33.4
4.-	Chihuahua.	24	613	5,371	3.1	3.1
5.-	Durango.	26	701	6,144	3.6	3.6
6.-	Guerrero.	33	1,826	15,995	9.3	9.3
7.-	Guanajuato.	2	42	368	0.2	0.2
8.-	Hidalgo.	7	127	1,113	0.6	0.6
9.-	Jalisco.	31	763	6,684	3.9	3.9
10.-	México.	14	353	3,098	1.8	1.8
11.-	Michoacán.	30	768	6,728	3.9	3.9
12.-	Morelos.	2	66	578	0.3	0.3
13.-	Nayarit.	30	856	7,501	4.4	4.4
14.-	Nuevo León.	1	5	44	0.0	0.0
15.-	Oaxaca.	66	2,507	21,964	12.3	12.8
16.-	Puebla.	28	817	7,159	4.2	4.2
17.-	Querétaro.	4	137	1,200	0.7	0.7
18.-	San Luis Potosí.	21	447	3,918	2.3	2.3
19.-	Sinaloa.	24	527	4,617	2.7	2.7
20.-	Sonora.	15	414	3,628	2.1	2.1
21.-	Tabasco.	8	209	1,830	1.1	1.1
22.-	Tamaulipas.	10	95	833	0.5	0.5
23.-	Veracruz.	62	1,614	14,137	8.2	8.2
24.-	Zacatecas.	8	118	1,035	0.6	0.6
	S U M A S	541	19,619	171,866	100.0	100.0

CUADRO 1.- POTENCIAL HIDROELECTRICO IDENTIFICADO POR ENTIDAD FEDERATIVA.
Tomado de "Potencial Hidroeléctrico Nacional", CFE, 1978.

CUADRO 2. RESUMEN DEL CATALOGO DE PROYECTOS HIDROELECTRICOS DE CFE

ETAPA	No. de Proyectos	Capacidad Estimada (MW)	Generación media anual
Construcción	5	1 140	3 179
Diseño	4	1 334	3 981
Factibilidad	3	1 249	3 042
Prefactibilidad	5	990	3 502
Gran Visión	26	7 241	26 899
Identificación	40	9 043	23 418
Total	83	20 997	64 021



**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

ECONOMIAS DE ESCALA EN CENTRALES DE ENERGIA ELECTRICA

J. L. ABURTO
R. L. MORALES
J. NAVARRO

SEPTIEMBRE, 1984

5.3.3 Economías de Escala en Centrales de Energía Eléctrica

De la información contenida en estudios realizados por CFE durante los años de 1980 y 1981 se procedió a investigar, para cada tipo de central, el valor implícito del factor de economía de escala.

Se utilizó la conocida expresión: $y = k(MW)^a$ (1)

donde y = costo total de inversión inicial (en millones de pesos de 1981)

k = constante de proporcionalidad

MW = capacidad instalada (MW)

a = factor de economía de escala

Para cada tipo de central eléctrica se estimó la función (1) de acuerdo con la información disponible. Los resultados se muestran al centro del cuadro 5.3. La función (1) se transformó de tal manera de obtener un índice de costo unitario igual a 100, (para ser congruente con los estudios anteriores). Los coeficientes estimados se muestran al extremo derecho del cuadro. Resulta evidente, del valor de estos parámetros, que las centrales hidroeléctricas presentan mayores economías de escala, seguidas en orden por las carboeléctricas, térmicas - convencionales (con quemadores para combustóleo y gas natural) y geotérmicas.

Cabe mencionar que las hidroeléctricas o están por construirse o se están construyendo actualmente.

La representatividad de tales centrales con respecto al total de hidroeléctricas existentes no es adecuada; mas bien corresponden a la escala de centrales que se tendrán en construcción durante los próximos 15 años.

Para todos los otros tipos de centrales, las funciones {1} están referidas al tamaño de las unidades y no de las centrales completas. Estas suelen tener de dos a cuatro unidades.

Por lo que se refiere a las termoeléctricas convencionales, los resultados son mas representativos ya que las unidades de 158 MW y 350 MW están en proceso de normalización.

Los datos de las carboeléctricas se estimaron a partir de análisis y comparaciones entre éstas y las de combustóleo, realizados por la Secretaría de Energía de los EUA. Sólo en noviembre de 1981 entró en operación la primera unidad carboeléctrica en el país.

En el caso de las geotérmicas, los datos de las unidades de 37.5 MW son reales y los demás corresponden a estudios de factibilidad realizados sobre proyectos actualmente en construcción. En todo caso, la experiencia con este tipo de tecnología es limitada.

ESTIMACION DE ECONOMIAS DE ESCALA EN CENTRALES DE ENERGIA ELECTRICA

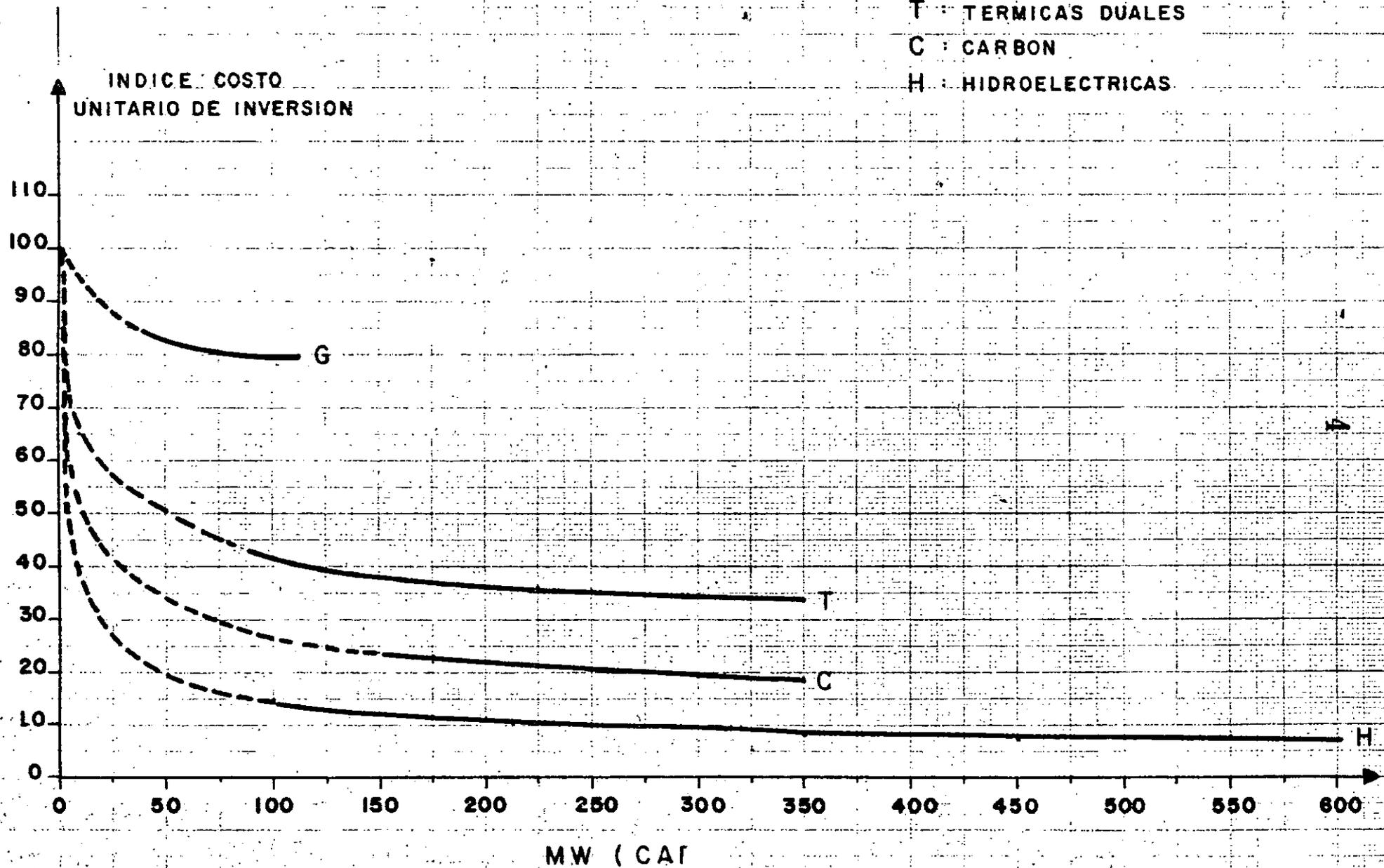
CASO	TECNOLOGIA	INTERVALO DE CAPACIDAD (MW)	Y = {k(MW) ^a } x 10 ⁶			I = b(MW) ^{a-1}	
			r	k	a	b	a-1
1	Térmicas/Duales (Administración, Agua de pozo)	84-350	0.99	29.22	0.81	100.04	-0.187
2	Térmicas/Duales (Administración, Agua de Mar)	84-350	0.99	29.24	0.82	100.37	-0.179
3	Térmicas Duales (llave en Mano-Pozo)	84-350	0.99	29.71	0.767	100.11	-0.233
4	Térmicas/Duales (llave en Mano-Mar)	84-350	0.99	29.42	0.78	100.06	-0.220
5	Carboeléctrica (Administración)	158-350	-	64.57	0.713	99.89	-0.287
6	Carboeléctrica (Agua de Mar)	158-350	-	52.53	0.713	99.89	-0.287
7	Hidroeléctrica	100-600	0.99	362.64	0.584	100.34	-0.417
8	Geotérmica	37.5-110	0.99	36.2	0.95	98.33	-0.042

$$I = \frac{Y}{(MW)} \cdot \frac{100}{k} = \text{Indice de costo unitario de inversión}$$

DIAGRAMA 5.2

FUNCIONES DE COSTO UNITARIO DE INVERSION EN CENTRALES DE ENERGIA ELECTRICA

- G : GEOTERMICAS
- T : TERMICAS DUALES
- C : CARBON
- H : HIDROELECTRICAS





**DIVISION DE EDUCACION CONTINUA
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS

FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION

**J.L. ABURTO
R.L. MORALES**

SEPTIEMBRE, 1984

5. FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION

5.6 LOS PROGRAMAS DE OBRA E INVERSION

5.6.1 El Programa de la Obra

5.6.2 El Programa de Inversiones

5.6.3 Análisis en Moneda Constante y Corriente.

5.7 PARAMETROS ECONOMICOS BASICOS DE BIENES DE INVERSION

5.7.1 Vida Económica

5.7.2 Depreciación

5.7.3 Valor Residual y Valor Contable

5.7.4 Métodos de Depreciación

5.7.5 El Factor de Recuperación de Capital

5.8 EL PROGRAMA DE OPERACION

5.8.1 Curvas de Aprendizaje y Factores de Disponibilidad

5.8.2 Mantenimientos

5.8.3 Coeficientes Técnicos del Balance de Materiales

5.8.4 Costos de Operación y Mantenimiento

5.9 APLICACIONES

5. FORMULACION DE PROYECTOS DE INVERSION

5.1 INTRODUCCION

En este capítulo se definen conceptos generales y parámetros específicos que permiten representar los proyectos de inversión en términos de sus características mas relevantes. Una vez tipificados los proyectos de esta manera se proponen procedimientos para su formulación mediante componentes de flujos de efectivo. Logrado ésto se cuenta con los elementos para proceder con la evaluación económica y financiera de los proyectos.

En la sección 5.7 se pone énfasis en la definición de los calendarios de inversión del proyecto ligados a sus calendarios de obra correspondiente, destacando en ellos los principales grupos de insumos. Esto tiene por objeto contar con la información necesaria para analizar los efectos inflacionarios, que afectan a los precios relativos de los grupos principales de insumos.

para el cual el costo marginal de producción excede al valor mínimo del costo unitario de producción, en un cierto porcentaje, todo considerado en el corto plazo.

Con esta definición, un porcentaje elevado de utilización de la capacidad instalada constituye una presión fuerte para ampliar tal capacidad. Es evidente que, en este caso, el costo marginal de producción es el principal determinante de la capacidad instalada.

5.2.2 Medición de la Capacidad

La capacidad de producción se puede medir por varios procedimientos, algunos de los cuales se enuncian a continuación:

- i) la observación de la producción pico de cada ciclo (máximos locales). Este método se sigue en estudios agregados de producción industrial,
- ii) la realización de encuestas por cuestionario,
- iii) la lectura de los registros de las empresas sobre sus gastos de inversión, depreciación y retiros de maquinaria y equipo. En este caso, se considera que existe una relación constante entre "capacidad" y "acervo de capital"; aunque la evidencia empírica sugiere que, en el largo plazo, se presentan fluctuaciones en la relación Producto/Capital cuando ésta se mide en períodos de producción máxima,
- iv) mediciones de la capacidad técnica o capacidad efectiva de equipos específicos. Durante su vida económica, muchos equipos sufren degradaciones

temporales o permanentes que deben ser explícitamente consideradas para medir su capacidad efectiva,

- v) la medición de la "capacidad agregada" de un conjunto de unidades (equipos, procesos, plantas, etc.)

5.2.3 Aplicaciones

Ejemplos de Capacidad de Producción en varias Industrias

Entre los factores que determinan la capacidad de producción en un proceso específico, destacan los siguientes:

- i) El tipo y la calidad de los insumos, así como su utilización en diferentes proporciones. En la fabricación de hierro primario ó arrabio, mediante el método de alto horno, las características de la carga metálica empleada constituyen un factor primordial para determinar la capacidad de producción.

Se ha estimado que un alto horno que puede procesar un volumen dado de toneladas diarias de arrabio, cuando la carga consta de mineral de hierro en trozo, aumenta sensiblemente su capacidad cuando se utiliza mineral de hierro peletizado. En cuanto a las proporciones en que se utilizan los insumos, se prevé que, al sustituir por pélets la carga metálica en trozo, se reduce el consumo unitario de coque; simultáneamente, se pueden aumentar los consumos unitarios de gas natural y de oxígeno para incrementar, aún más, la productividad del alto horno.

En síntesis, cambios en la calidad y la mezcla de los insumos afectan la capacidad efectiva de los equipos.

ii) El tipo y la calidad del producto, y en algunos casos su accesibilidad. Este factor es de importancia primordial cuando se trata de actividades extractivas. Por ejemplo, para obtener el mineral de fierro de una mina por el método de tajo abierto, es necesario remover todo el material estéril que se encuentra en capas superiores o mezclado con el mineral de fierro. Los equipos (palas mecánicas, camiones, etc.) presentan una capacidad determinada para el movimiento del total de los materiales; en consecuencia, la capacidad de extracción de mineral de fierro se establece para cada mina, o inclusive para cada sección de una misma mina, a partir de la llamada relación de descapote que indica cuántas toneladas de material estéril es necesario desplazar para extraer una tonelada de mineral.

iii) La mezcla de productos y la programación de la producción

Cuando un determinado equipo puede procesar diferentes productos, o bien un mismo producto con diferentes características, los tiempos requeridos para la producción de unos y otros pueden ser muy variados; en tal caso, una mezcla específica de productos es determinante para estimar la capacidad de producción de tal equipo. Además, cuando para la fabricación de cada uno de los productos se requiere una serie de operaciones de preparación y de ajuste de los equipos, o cuando la producción de cada producto se realiza bajo pedido, es muy importante desarrollar

un programa de producción que permita utilizar el equipo con mayor eficiencia.

Es decir, que se procura ocupar más horas en producción y disminuir los tiempos improductivos, tales como cambios, ajustes y tiempos ociosos. Estas consideraciones son muy importantes en procesos de formado, como por ejemplo en la laminación de productos siderúrgicos.

- iv) Otros factores que determinan la capacidad de producción de los procesos, particularmente los aspectos de mantenimiento, varían de acuerdo con las necesidades y las características de cada proceso y de cada empresa.

Las suspensiones especiales de trabajo, que corresponden a situaciones de carácter ajeno a la operación misma de la planta, e incluyen conceptos como días festivos, problemas laborales, etc., forman parte de lo que se ha llamado "factores no controlables".

- v) Las condiciones del sitio.

La eficiencia de las turbinas de vapor en equipos de generación de energía eléctrica, es función de factores locales tales como: la presión atmosférica (que es a su vez función de la altura sobre el nivel del mar), la temperatura ambiente, etc.

Estos factores afectan la eficiencia de muchos otros motores y equipos; como los motores de combustión interna, por ejemplo.

- vi) La edad de los equipos

Durante su vida económica la mayoría de los equi-

pos presentan varias etapas durante las cuales va variando su capacidad efectiva. Al entrar en operación muchos equipos pasan por una etapa de maduración, también llamada curva de aprendizaje ^{1/}, durante la cual la capacidad efectiva va en aumento hasta que se acerca a su valor nominal. Comienza entonces el período normal de operación a través del cual los equipos tienden a reducir paulatinamente su capacidad efectiva por causas como las siguientes:

- a) aumenta la incidencia de fallas,
- b) se hacen mas frecuentes y prolongados los mantenimientos tanto preventivos como correctivos,
- c) se presentan degradaciones temporales o permanentes

vii) Los costos relativos de operación de los equipos disponibles

Muchos factores, como los arriba mencionados, contribuyen a aumentar los costos de operación de los equipos en función de su envejecimiento. En ocasiones conviene retirar los equipos prematuramente; sin embargo, en otros casos simplemente se les da un nivel de utilización menor. Esto es muy común en equipos de generación en la industria eléctrica en la cual la energía se produce de acuerdo con las curvas de carga (o curvas de demanda), aprovechándose primero los equipos más eficientes y dejando los mas costosos ^{2/} para suministrar la energía de pico, en horas de demanda máxima.

1/ En la sección 5.9 se analizan las curvas de aprendizaje de algunos equipos.

2/ Esta es una explicación muy simplificada del proceso de "despacho de carga", en el cual intervienen muchos otros elementos, y se presenta solamente con un propósito ilustrativo.

También el despacho de carga depende de los costos variables de operación de los equipos disponibles. En la generación de energía eléctrica el costo variable de operación corresponde casi exclusivamente al combustible, por lo que la jerarquización de equipos para su uso se ve influenciada por los costos relativos de los combustibles que utilizan.

En función de las características de cada industria se pueden generar estadísticas que tipifiquen los niveles de utilización de la capacidad de los equipos durante su vida económica ^{1/}.

5.2.4 Conclusión

En la práctica es común emplear mediciones de ingeniería correspondiente a "capacidades efectivas", aunque ocasionalmente se utiliza la "capacidad normal".

Si bien éstos son conceptos de uso generalizado, conviene señalar que cada industria, y en ocasiones cada empresa, mantiene sus propias prácticas para la determinación de las capacidades de sus equipos.

^{1/} En la sección 5.9 se estudian los factores de disponibilidad de equipos de generación en la industria eléctrica.

5.3 ECONOMIAS DE ESCALA^{1/}

5.3.1 Conceptos Generales

Las economías de escala en un proceso productivo son reducciones en los costos promedio, atribuibles al crecimiento de la escala o tamaño del proceso, es decir, a un mayor nivel de actividad.

Existen varios conceptos con respecto a los cuales se pueden presentar economías de escala, como son:

- a) Dimensiones de eficiencia en la producción:
 - i) el tamaño de los lotes de producción;
 - ii) la mezcla de productos a obtener en un proceso productivo;
 - iii) el grado de estandarización;
 - iv) el balance global de una línea de producción;
 - v) el grado de integración vertical

- b) Dimensiones que afectan a los costos de ventas y de distribución:
 - i) densidad geográfica o por clientes, de las ventas;

- c) Dimensiones globales de escala:

los tamaños de: la unidad productiva, la planta, la empresa ó la industria,

^{1/} Basado en "La Industria Siderúrgica Integrada de México. Segunda Parte: Diagnóstico y Proyecciones Preliminares", varios autores, Secretaría de la Presidencia, México, 1976, pp. 117-124.

Por su naturaleza, las economías de escala pueden clasificarse en técnicas, administrativas y monetarias, en este estudio solo se consideran las primeras.

La presencia de economías de escala significativas es, en muchos casos, un elemento fundamental para programar la expansión de la capacidad instalada en una empresa ó industria.

En situaciones en las cuales es factible importar déficit o exportar excedentes, las economías de escala influyen para adelantar o diferir la inversión, respectivamente, para ampliar la capacidad. Esta situación se presenta en industrias como la siderurgia y el cemento, en que las economías de escala son importantes y los tamaños eficientes de plantas alcanzan niveles considerables.

En otras industrias, como la eléctrica, donde no se puede recurrir a importaciones o exportaciones masivas y las economías de escala son sin embargo, importantes, se deben equilibrar los costos incrementales de la inversión en centrales de menor tamaño, con los de mantener una reserva excedente en el sistema de potencia durante cierto período.

5.3.2 Análisis de Economías de Escala en Plantas Siderúrgicas

Existen economías de escala relacionadas tanto con el nivel de producción de las plantas como con su grado de integración vertical. Estas economías se presentan tanto en el manejo de los diversos materiales, como en la realización de los procesos de transformación.

Se ha hablado de la presencia de economías de escala en plantas de hasta 10 millones de toneladas anuales de -

acero, sin embargo en ocasiones se justifica la construcción de plantas pequeñas. Las plantas modernas de menos de un millón de toneladas anuales de capacidad de aceración, suelen ser semi-integradas y consumir chatarra en hornos eléctricos. Su selección se justifica, por ejemplo, para servir mercados locales que a su vez son generadores de chatarra, con lo cual se reducen los costos de inversión y de transporte. Además son convenientes estas plantas para la fabricación de aceros especiales.

En los procesos de formado se presentan economías de escala muy significativas debido a que, cuando se cuenta con varias líneas de producción de laminados planos, por ejemplo, es posible asignar ciertos tipos de productos a líneas específicas, y con ello lograr lotes de producción mayores. Además, Cockerill ⁽¹⁾ reporta reducciones en los costos unitarios de inversión, de mano de obra y de energía, conforme aumenta el tamaño de los trenes de laminación en caliente y en frío. Pratten ⁽³⁾ define como de tamaño óptimo, una planta con capacidad para producir 6 millones de toneladas anuales de lámina en caliente y 2 millones de toneladas anuales de lámina en frío; además menciona una instalación para la producción de 2.4 millones de toneladas anuales de plancha. También sugiere que el tamaño eficiente mínimo para la producción de laminados planos es de 2 millones de toneladas anuales.

Con respecto a la producción de laminados no planos, Cockerill indica que los tamaños eficientes son bastante menores, debido a que los costos más sensibles a la escala de operación (inversión y mano de obra) constituyen una proporción menor del costo de producción, puesto que los procesos implican menos operaciones y éstas son más sencillas. Menciona escalas eficientes que fluc

túan entre 600,000 y 1'000,000 de toneladas de productos.

En el cuadro 5.1 se reproducen varios resultados del estudio de Cockerill sobre la presencia de economías de escala en los procesos de refinación y formado. Se definen ahí plantas de 4 tamaños, y a la mayor, de 5 millones de toneladas anuales de acero, se le asigna un índice de costo igual a 100. Los índices resultantes, para la planta más pequeña (100,000 toneladas anuales de acero), son aproximadamente 3 y 23 veces mayores que los de la planta mayor, para refinación y formado, respectivamente.

Economías de Escala en Reducción y Refinación

En esta sección se presentan relaciones funcionales para altos hornos, convertidores al oxígeno, módulos de reducción directa y hornos eléctricos de arco, que sirven para asignar índices relativos a los costos unitarios de inversión para unidades productivas de diferentes tamaños.

Leckie ⁽⁵⁾ ha realizado un ejercicio similar para expresar los costos de inversión en altos hornos y convertidores al oxígeno. La función es del tipo $y = ac^n$, donde "y" es el costo de inversión, "c" es la capacidad instalada de la unidad productiva, "a" es un factor de proporcionalidad y "n" mide la presencia de economías de escala, ya que representa la elasticidad del costo de inversión con respecto a la capacidad instalada.

Las funciones utilizadas en este estudio son de la forma $I = b.c^{n-1}$, y se obtienen de dividir entre "c" la función de Leckie y de reevaluar el factor de proporcionalidad para aproximararlo a un valor igual a 100. Con -

ésto se logra que todas las unidades productivas de 1 millón de toneladas anuales de producto tengan un índice de costo unitario "I" igual a 100. Este punto de referencia, sirve de base para el cálculo de los índices de costos de unidades productivas de diversos tamaños.

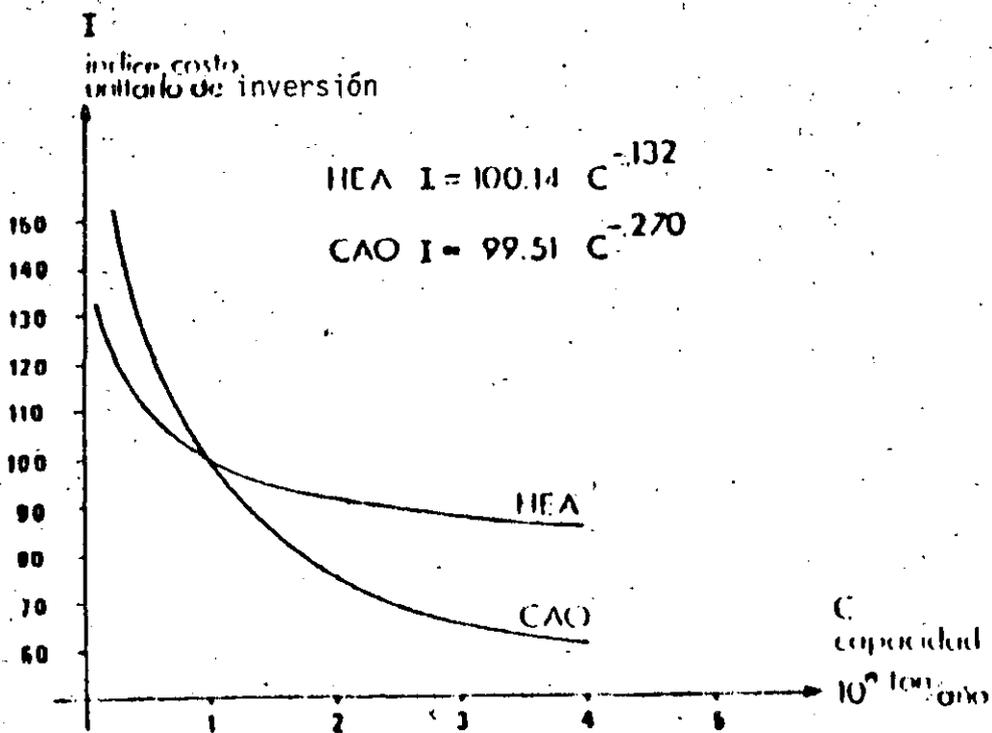
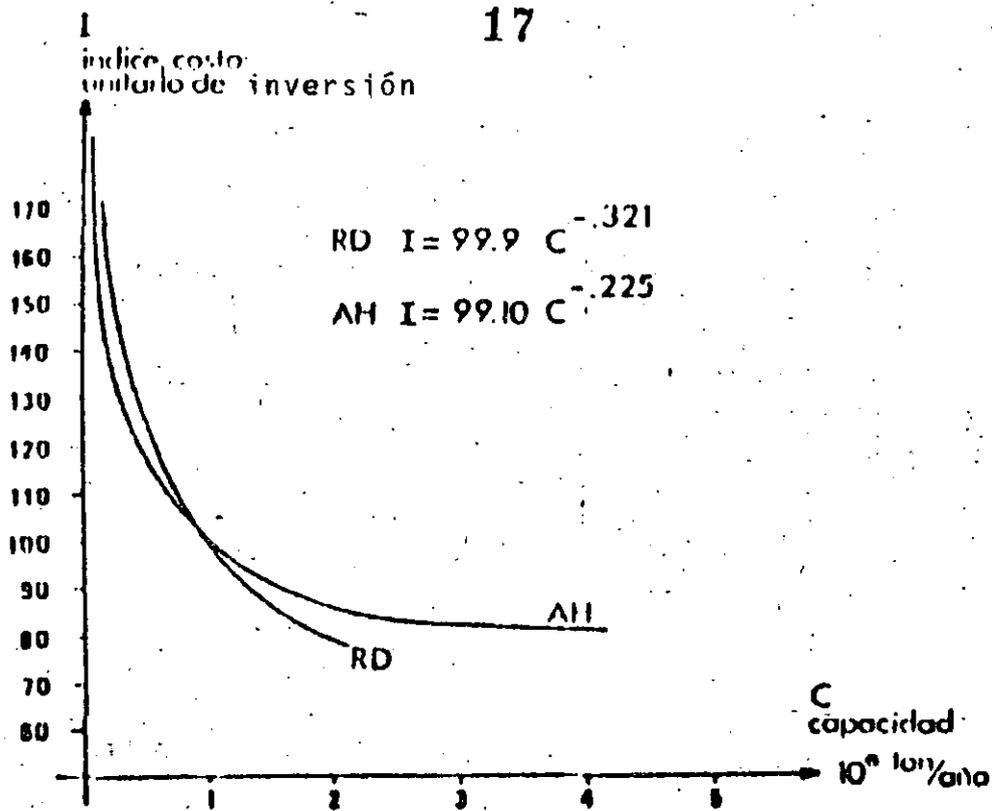
Las funciones resultantes se resumen a continuación:

(AH)	Alto horno	I = 99.10 C ^{-0.225}
(CAO)	Convertidor al oxígeno:	I = 99.51 C ^{-0.270}
(RD)	Reducción directa:	I = 99.90 C ^{-0.321}
(HEA)	Horno eléctrico de arco:	I = 100.14 C ^{-0.132}

Estas funciones que se ilustran en el diagrama 5.1, cubren capacidades anuales de hasta 4 millones de toneladas, excepto en el caso de la reducción directa, cuya función alcanza solamente 2.1 millones. Las economías de escala son mayores en la reducción directa que en el alto horno, aunque este resultado es poco confiable debido a que aún no operan instalaciones grandes de reducción directa. El convertidor al oxígeno presenta economías de escala mayores que las del horno eléctrico.

En forma similar se estimaron índices para los costos de operación de los procesos AH-CAO, a partir de los datos de Pratten ⁽³⁾ y Cockerill. ⁽¹⁾ Por carecer de datos equivalentes para los procesos RD-HEA, se realizó una estimación arbitraria de sus índices de costos de operación. Estos y los índices de los costos de inversión derivados de las funciones anteriores, se encuentran resumidos en el cuadro 5.2.

FUNCIONES DE COSTOS UNITARIOS DE INVERSION EN PROCESOS DE REDUCCION Y DE REFINACION



CUADRO 5.1
INDICES DE COSTOS UNITARIOS DE PRODUCCION EN PROCESOS DE REFINACION Y DE FORMADO ^{1/}

PROCESO	TIPO DE COSTO	TAMAÑO DE LA PLANTA ^{2/}			
		0.1	0.5	1.0	3.0
Refinación	de inversión	297	185	153	100
	de operación	285	131	111	100
	Total	288	144	121	100
Formado	de inversión	4 610	922	461	100
	de operación	1 274	276	203	100
	Total	2 281	471	281	100

^{1/} Datos extraídos del estudio de Cockerill (1).

^{2/} Producción anual de acero líquido en millones de toneladas.

CUADRO 5.2

INDICES DE COSTOS UNITARIOS DE INVERSION Y DE OPERACION EN PROCESOS DE REDUCCION Y REFINACION

PROCESO	TIPO DE COSTO	C A S O 1/			
		I	II	III	IV
Alto Horno	de inversión	112	97	85	77
	de operación	107	100	94	93
Convertidor al Oxígeno	de inversión	113	95	82	72
	de operación	110	100	91	84
Reducción Directa	de inversión	122	100	82	-
	de operación	108	100	95	92
Horno Eléctrico	de inversión	107	98	91	86
	de operación	106	100	94	92

19

1/ capacidades instaladas de acero líquido, en miles de tons. anuales : I-570, II-1 330, III-2330, IV-3700.

LISTA DE ALUMNOS DEL CURSO "EVALUACION ECONOMICA Y SOCIAL DE PROYECTOS"
IMPARTIDO EN ESTA DIVISION DEL 3 AL 14 DE SEPTIEMBRE DE 1984.

- 1.- ABREGO CANO AQUILINO
SARH
AUXILIAR REVISION E
INTEGRACION DE EXPEDIENTES
PANAMERICANA 29 OTE
QUERETARO, QRO.
NICOLAS CAMPA 10-6NTE
COL. CENTRO
QUERETARO, QRO.
- 2.- ALCOCER GAMBA GUSTAVO A.
CONSULTORES INGENIERIA FLUVIOMARITIMA
JEFE DE AREA DE PLANEACION
PETEN No. 543
COL. LETRAN VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03650 MEXICO, D.F.
AV. 7 NUM. 111-1
COL. INDEPENDENCIA
DELEGACION BENITO JUAREZ
03660 MEXICO, D.F.
- 3.- AYALA ESQUIVEL RAMON
SUBSECRETARIA PLANEACION DIREC. GRAL.
ORIENTACION Y PROGRAMACION
JEFE DEL DEPOT. ANALISIS CONTROL
SAN LUIS POTOSI No. 199-7o. PISO
COL. ROMA
DELEGACION CUAUHEMOC
06700 MEXICO, D.F.
CRUZ VERDE No. 10-8
COL. COYOACAN
DELEGACION COYOACAN
04000 MEXICO, D.F.
544-10-99
- 4.- AYALA SALAZAR JOSE LUIS
GRUPO IPESA
JEFE DE PROYECTOS
SAN LORENZO No. 153
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
554-16-87
PALACIO NACIONAL No. 183
COL. METROPOLITANA 2a. SECCION
559-16-87
- 5.- BARCENAS NOGUEZ JOSE LUIS
S. C. T.
ANALISTA
PROVIDENCIA No. 807-4o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION COYOACAN
62800 MEXICO, D.F.
687-76-80
PROVIDENCIA No. 807
COL. COYOACAN
DELEGACION COYOACAN
62800 MEXICO, D.F.
687-76-80
- 6.- BELTRAN JUAREZ EDMUNDO
SEDUE
JEFE OFNA. ANALISIS
PASEO REFORMAN No. 20-5o. PISO
DELEGACION CUAUHEMOC
06000 MEXICO, D.F.
592-14-86
CALLE DAVID PEÑA FLOR No. 35
COLONIAL IZTAPALAPA
692-20-69

7.- BELTRAN PULIDO EDGAR GERARDO
UNIVERSIDAD INTERNADO COLOMBIA
BANCO SANTANDER
CALLE 12 CARRERA 1 ESTE
BOGOTA, COLOMBIA

8.- BLARE SOLIS CARLOS ERNESTO
RCA, S.A. DE C.V.
ING. DE PROYECTOS
AV. CUITLAHUAC No. 2519
COL. XOCHICANCA
DELEGACION AZCAPOTZALCO
Q287Q MEXICO, D.F.

TABASCO No. 206
COL. ROMA
DELEGACION CUAUHTEMOC
06700 MEXICO, D.F.
514-37-81

9.- BOLAÑOS GONZALEZ JOSE LUIS
CIA. LUZ Y FZA. DEL CENTRO
AUXILIAR ADMVO. GERENCIA PLANEACION
MELCHOR OCAMPO No. 171
COL. ANAHUAC
546-28-31

HABANA No. 413
COL. GUADALUPE INSURGENTES
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
577-34-45

10.- BRITO GUTIERREZ ANGEL
CONSULTORES INGENIERIA FLUVIOMARITIMA
DIRECTOR ADMINISTRATIVO
PETEN No. 543
COL. LETRAN VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
Q365Q MEXICO, D.F.
575-25-11

JOSE VASCONCELOS No. 28 CTO. PENSADORES
NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEXICO
572-25-25

11.- CARMONA GARCIA BEATRIZ
BANRURAL
ANALISTA DE SISTEMAS
TUXPAN No. 8-7o. PISO
COL. ROMA
574-94-19

MONTEVIDEO No. 27
STA. CECILIA TLALNEPANTLA

12.- CASTRO ROSAS AMADO
PETROLEOS MEXICANOS
SUPERINTENDENTE
MARINA NACIONAL No. 329

PASEO AURORA MZ 53 LOTE 11

13.- CORTES PEREZ MIGUEL ANGEL
DGCOA DEPTO. DISTRITO FEDERAL
INGENIERO
SAN ANTONIO ABAD No. 263
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHTEMOC

DR. VELASCO No. 162 ALTOS
COL. DOCTORES
DELEGACION CUAUHTEMOC
06720 MEXICO, D.F.
578-09-00

14.- COSS ZELAYA MARIA LUISA

15.- CRUZ RODRIGUEZ DAVID
D. D. F.
JEFE OFNA. AGUA POTABLE
SAN ANTONIO ABAD No. 231-7o.P.
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
578-32-18

ZONA F EDIF. 6 DEPTO. SOL. 4
COL. 4 REYES IZTACALA
54090 TLALNEPANTLA, EDO. DE MEXICO

16.- CRUZ VAZQUEZ LEOPOLDO A.

17.- CUEVAS DE LA GARZA JOSE MANUEL

DIEGO RIVERA No. 38
COL. EL RELOJ
DELEGACION COYOACAN
04640 MEXICO, D.F.
677-26-64

18.- CHAVEZ ABREGO BERTHA
SEDUE
ANALISTA TECNICO

19.- DAGAUG LUTZOW ESTHER ALICIA
SEDUE
ANALISIS EVALUACION PROYECTOS
MENDEZ No. 752
VILLAHERMOSA, TABASCO

JUAREZ No. 314
COMALCALCO, TABASCO

20.- DELGADO CASTAÑEDA RANULFO

21.- DE LAS HERAS DE POLANCO MARIA
S. P. P.
SUBDIRECTOR
IZAZAGA No. 38-2o. PISO
COL. CENTRO
DELEGACION CUAUHTEMOC
06000 MEXICO, D.F.
521-17-22

C. DEL CHIQUIHUIE No. 172
COL. CAMPESTRE CHURURUSCO
DELEGACION COYOACAN
04200 MEXICO, D.F.
549-34-55

22.- DE LEON ROSAS GUSTAVO
SEDUE
ANALISTA
REFORMA No. 20
COL. JUAREZ
535-07-91

TESORO No. 79
COL. ESTRELLA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07840 MEXICO, D.F.

23.- DELGADILLO MERCADO VICTOR GMO.
SEDUE
ANALISTA
REFORMA No. 20-5o. PISO
COL. JAUREZ
06600 MEXICO, D.F.
535-01-99

AV. 609 No. 127-III SECCION
COL. UNIDAD ARAGON
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
02920 MEXICO, D.F.

- 24.- DIAZ LINAN FRANCISCO
I. P. N.
CATEDRATICO
SALAVERRY L 52-46
COL. ZACATENCO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07600 MEXICO, D.F.
- 25.- DIAZ RIVERA JUAN SABINO
FERTILIZANTES MEXICANOS
ANALISTA
MORELIA No. 804
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
536-90-20
CASCADA No. 305 INT. 4
COL. BANJIDAL
DELEGACION IZTAPALAPA
- 26.- DRAGO SERRANO CESAR
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
INGENIERO ESPECIALIZADO
PROVIDENCIA No. 807-3er. PISO
COL. DEL VALLE
523-48-53
CAMPO LAS PIEDRAS No. 7
COL. AMPL. PETROLERA
DELEGACION AZCAPOTZALCO
-2720 MEXICO, D. F.
- 27.- ESPRIELLA MEDINA ENRIQUE
CIA. LUZ Y FZA. DEL CENTRO
INGENIERO
MELCHOR OCAMPO No. 171
COL. ANAHUAC
546-67-96
- 28.- FONSECA PUEBLA ISIDORO
SEDUE
SUPERVISOR TECNICO
PASEO DE LA REFORMA No. 90
EMILIANO ZAPATA No. 48
COL. STA. ANA TLACOTENCO
12900 MILPA ALTA
- 30.- FRANCO LOPEZ JAUFER
- 31.- GALAN GIRAL LUIS JOSE
CONSTRUCTORA METRO, S.A.
JEFE DE PRECIOS UNITARIOS
ALTADENA No. 23
BENITO JUAREZ
Q381Q MEXICO, DF.
CDA. FELIX CUEVAS No. 33
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
Q3100 MEXICO, D.F.
575-61-24
- 32.- GALINDO AGUILAR ISMAEL
INGENIERIA PROCESAMIENTO ELECTRONICO
JEFE DE GRUPO
SAN LORENZO No. 153
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
CASTANEDA No. 46 DEPTO. 11
COL. MIXCOAC
DELEGACION ALVARO OBREGON

33.- GALLEGO HOPKINS JOSE ALBERTO
S. P. P.
JEFE DE DEPARTAMENTO
IZAZAGA No. 38-2o. PISO
COL. CENTRO
DELEGACION CUAUHTEMOC
06000 MEXICO, D.F.
687-55-92

MARCELO No. 22-9o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03100 MEXICO, D.F.
518-55-92

34.- GARCIA CONTRERAS EDUARDO
S. A. R. H.
JEFE DE OFICINA
PLAZA DE LA REP. 31-1er. PISO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHTEMOC
535-00-02

BLVD. QUETZALCOATL No. 203
COL. LA FLORIDA

35.- GARCIA DOMINGUEZ ALFONSO

36.- GARCIA VELASCO JUAN
S. A. R. H.
JEFE DE OFICINA
REFORMA No. 46-4o. PISO
COL. CENTRO
DELEGACION CUAUHTEMOC
535-80-55

CALLE 1555 No. 48
ARAGON SECCION VI
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO

37.- GAVIA VILLAMAR BENJAMIN
S. A. R. H.
CALCULISTA
CONSTITUYENTES No. 29 OTE.

MONTEALBAN No. 235
COL. VALLE ALAMEDA
QUERETARO, QRO.

38.- GIL ZAPATA JORGE ELIAS

39.- GONGORA CABRERA HUMBERTO ARMIN
FIDEICOMISO ENEQUENERO Y BANRURAL
JEFE DE OFNA. AGROINDUSTRIAL
CALLE 17 No. 187
COL. GARCIA GINERAZ
MERIDA, YUC.

CALLE 10 No. 147x57
LAZARO CARDENAS
MERIDA YUCATAN

40.- GONZALEZ CAMACHO JOSE CUPERTINO
DIREC. GRAL. CONST. OPERAC. HIDRAUL.
JEFE OFINA. PLANTAS POTABILIZADORAS
SAN ANTONIO ABAS No. 231
COL. CUAUHTEMOC
578-35-88

PEDRO VELAZQUEZ No. 13
COL. MEXICO NUEVO
ATIZAPAN DE ZARAGOZA, EDO. DE MEXICO

41.- GONZALEZ MIRANDA FEDERICO
D. G. O. H. S. C. T.
JEFE DE OFICINA
PROVIDENCIA No. 8Q7
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
523-48-53

MARISCAL No. 7Q
SAN ANGEL INN
DELEGACION ALVARO OREGON
01060 MEXICO, D.F.
548-99-95

42.- GONZALEZ SANTILLAN JORGE
SEDUE
ANALISTA TECNICO
REFORMA No. 20-5o. PISO
COL. JUAREZ
06600 MEXICO, D.F.

GELATI 15 No. 14
COL. SAN MIGUEL CHAPULTEPEC

43.- HERNANDEZ ANGUIANO JOSE HECTOR
BANRURAL
JEFE DE OFICINA
AGRARISMO No. 226
COL. ESCANDON
DELEGACION BENITO JUAREZ
271-86-30

MIRAVALLE No. 824-18
COL. MIRAVALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
271-86-30

44.- HERNANDEZ CRUZ ROBERTO
S. A. R. H.
25 PONIENTE ESQ. CON 3 SUR
PUEBLA, PUE.

AV. REVOLUCION No. 118
PUEBLA, PUE.

45.- JAIMES AVILES J. JESUS
S. E. D. U. E.
ANALISTA TECNICO
REFORMA No. 20-5o. PISO

PORTALES No. 291
VILLADA, NEZA

46.- JAIME MIRANDA AGUSTIN
AUTOSERT, S.A.
JEFATURA DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CALLE NEGRA MODELO 6-A
NAUCALPAN DE JUAREZ, EDO. DE MEX.

SABINO No. 24
COL. LOMA LINDA
EDO. DE MEXICO
358-75-60

47.- LEMUS ARAGON PEDRO ANTONIO
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
INGENIERO DE COSTOS
EJE CENTRAL LAZARO CARDENAS No. 152
SAN BARTOLO ATEPEHUACAN
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07730 MEXICO, D. F.

AV. DE LAS TORRES No. 620
COL. RESIDENCIAL LA ESCALERA
GUSTAVO A. MADERO
07320 MEXICO, D.F.
754-25-75

48.- LOPEZ ARVIZU JAIME
S. A. R. H.
JEFE SECCION APROVECHAMIENTO
CONSTITUYENTES No. 29 OTE
QUERETARO, QRO.

PROSPERO C. VEGA No. 20
COL. ZONA CENTRO

49.- LOPEZ DELARA CASTAÑON DANIEL
COMISION NAC. COORDINADORA DE PUERTOS
JEFE DE DEPARTAMENTO
INSURGENTES SUR No. 617-2o. PISO
COL. NAPOLES

ZEMPOALA No. 518
COL. VERTIZ NARVARTE

50.- LOPEZ SANCHEZ PEDRO
S. A. R. H.
JEFE PROYECTOS
BAJA CALIFORNIA No. 104
COL. ROMA SUR
DELEGACION CUAUHEMOC

EJE 2 MANZANA 16 LOTE 25-1.
COL. LOMAS DE CARTAGENA
TULTITLAN, EDO. DE MEXICO

51.- LOPEZ SANTANA JULIAN
S. A. R. H.
CONSTITUYENTES 29 OTE
QUERETARO, QRO.

GLESTINO PEREZ Y P No. 303 R I
COL. CONSTITUYENTES
QUERETARO, QRO.

52.- LORENZANA GOMEZ JESUS
S. A. R. H.
JEFE DEPARTAMENTO
REFORMA No. 133-6o. PISO

REFORMA No. 133-6o. PISO
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHEMOC

53.- MARTINEZ VELAZQUEZ CARLOS RICARDO
FERTIMEX
MORENA No. 804
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
536-90-20.

BOLIVAR No. 405
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHEMOC
519-49-65

54.- LEON HUGO NEFTALI
SEDUE
ANALISTA TECNICO
REFORMA No. 20-5o. PISO

CARUSO No. 248
COL. VALLEJO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO

55.- MAYER GUERRERO ALTMAN
DIVISION ESTUDIOS POSGRADO

56.- MENDEZ PAREDES JESUS
D.D.F.
JEFE DE OFICINA
SAN ANTONIO ABAD No. 231-7o. PISO
COL. OBRERA
DELEGACION CUAUHEMOC
578-32-18

C. TORRE LATINO A -385
COL. EVOLUCION
DELEGACION CD. NEZA
765-07-31

57.- MENDOZA CONTRERAS LUIS
INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
AV. EJE CENTAL LAZARO CARDENAS 152
SAN BARTOLO ATEPEHUACAN
GUSTAVO A. MADERO
07730 MEXICO, D.F.

VEREDA MZA. 75 L. 5 HDA OJO DE AGUA
55770 EDO. DE MEXICO

- 58.- MENDOZA RUIZ RAFAEL
TELMEX
JEFE DE DEPARTAMENTO
PARQUE VIA No. 190
COL. CUAUHTEMOC
06450 MEXICO, D.F.
PARQUE VIA No. 190-3er. PISO
- 59.- MENESES GARCIA MANUEL
S. C. T.
ANALISTA
PROVIDENCIA NO. 807
CO. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
687-76-80
POPOCATEPETL NO. 64
COL. LA PRADERA
DELEGACION GUSTAVO-A. MADERO
07500 MEXICO, D. F.
796-36-34
- 60.- MORENO RUIZ ANGEL RAYMUNDO
- 61.- NAVARRETE QUEZADA ROBERTO
S. A. R. H.
JEFE OFICINA
REFORMA No. 133-6o. PISO
- 62.- NUÑEZ VAZQUEZ VIRGILIO R.
PETROLEOS MEXICANOS
ANALISTA
AV. MARINA NACIONAL NO. 329
COL. ANZURES
DELEGACION CUAUHTEMOC
254-16-48
EDIFICIO 15 DEPTO. 2
COL. PATERA VALLEJO
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07720 MEXICO, D.F.
- 63.- ORTIZ CADENA FROYLAN
DIREC. GRAL. OBRAS MARITIMAS
ANALISTA
PROVIDENCIA No. 807-4o. PISO
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
687-76-80
SABINO NO. 60 DEPTO. 13
COL.
DELEGACION CUAUHTEMOC
06400 MEXICO, D.F.
541-12-33
- 64.- PADRON CASTAÑO HOMERO
PETROLEOS MEXICANOS
ANALISTA
MARINA NACIONAL No. 329
COL. V. ANZURES
250-26-11
XOCHICALCO No. 12-B-102
COL. NARVARTE
DELEGACION BENITO JUAREZ
538-35-39
- 65.- PEREZ PEREZ ROSA MA.
SEDUE
ANALISTA
AV. PASEO DE LA REFORMA NO. 20

66.- PEREZ VEGA JUAN FERNANDO
SEDUE
ANALISTA TECNICO
REFORMA NO. 20
COL. JAUREZ
DELEGACION CUAUHEMOC

1a. CERRADA DE ARTES NO. 20
COL. ESTANZUELA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07060 MEXICO, D.F.
781-0-198

67.- PIZARRO MORALES ARMANDO

68.- RAMIREZ ALVAREZ JOEL CESAR
S. A. R. H.
JEFE SECCION ANALISTA

ALMACENES 94 ED. GTO. E "A" DEPTO.1002
COL. U. NONOALCO
DELEGACION CUAUHEMOC

69.- RENDON VAZQUEZ DANIEL MAXIMINO

SOCRATES No. 126
COL. POLANCO
345-46-15

70.- RODRIGUEZ RAMIREZ ROBERTO
S. A. R. H.
JEFE DEPTO. DISEÑO DE OBRAS
PASEO DE LA REFORMA NO. 132-6o. PISO
COL. JUAREZ
DELEGACION CUAUHEMOC
566-88-39

71.- RODRIGUEZ JUAREZ FABIOLA
S. A. R. H.
JEFE OFICINA
25 PONIENTE ESQ. CON 3 SUR

STGO DE CHILE NO. 12
COL. AMERICA NORTE

72.- SANCHEZ ROMERO NORBERTO
COMISION FORESTAL DEL EDO. HGO.
PALACIO GOBIERNO PACHUCA HDO.

CONONGO
EL ARENAL

73.- SILVA GOMEZ EMIGDIO
DIREC. GRAL. OBRAS HIDRAULICAS
ANALISTA
PLAZA DE LA REP. No. 31
COL. TABACALERA
DELEGACION CUAUHEMOC

BALBOA No. 307-5
COL. PORTALES
DELEGACION BENITO JUAREZ
535-00-02

74.- TOLEDO SOSA ALBERTO
S. C. T.
ANALISTA
PROVIDENCIA No. 803
COL. DEL VALLE

PLAYA CONDESA NO. 51
COL. REFORMA IZTACIHUATL
DELEGACION IZTACALCO
08810 MEXICO, D.F.
539-66-60

75.- UQUILLAS JASSAN DAVID
PETROLEOS MEXICANOS
ANALISTA
MARINA NACIONAL NO. 329
COL. V. ANZURES
DELEGACION
250-26-11

PENSILVANIA NO. 241-302

COL. NAPOLES
DELEGACION BENITO JUAREZ
03810 MEXICO, D.F.
523-99-37

76.- VARGAS CUENCA GILBERTO
SEDUE
ANALISTA
REFORMA No. 20-50. PISO
COL. JUAREZ
DELEGACION CUAUHTEMOC
06600 MEXICO, D.F.

ARTEMISAS No. 434
COL. VILLA DE LAS FLORES
COACALCO, EDO. DE MEXICO

77.- VILLASEÑOR AVILA IRMA
ASESORA
PALACIO CLAVIJERO
NIGROMANTE No. 79

ARTILLEROS DEL 47 No. 366
COL. CHAPULTEPEC SUR
MORELIA, MICH

78.- ZARCO GARCIA DAVID
S. C. T.
INGENIERO
PROVIDENCIA No. 807
COL. DEL VALLE
DELEGACION BENITO JUAREZ
03100 MEXICO, D.F.

AGAVE NO. 2#
COL. JARDINES DE COYOACAN
DELEGACION COYOACAN
04890 MEXICO, D.F.
677-01-60

79.- ZERON LOPEZ MIGUEL ANGEL
FERROCARRILES NACIONALES DE MEXICO
INGENIERO ANALISTA
AV. CENTRAL NO. 140
COL. GUERRERO
DELEGACION CUAUHTEMOC
547-92-10

NORTE 72 A No. 10014
COL. VILLAHERMOSA
DELEGACION GUSTAVO A. MADERO
07410 MEXICO, D.F.
757-59-25

