

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPEA)
CENTRO DE TREINAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
(CENDEC) •

CURSO DE PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE PROJETOS

AVALIAÇÃO SOCIAL DE PROJETOS

ESTUDOS COMPILADOS PELO PROF EDMAR L BACHA

1970

Rio de Janeiro

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO ECONÔMICO E SOCIAL (IPEA)
CENTRO DE TREINAMENTO PARA O DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
(CENDEC) •

CURSO DE PLANEJAMENTO E ANÁLISE DE PROJETOS

AVALIAÇÃO SOCIAL DE PROJETOS

ESTUDOS COMPILADOS PELO PROF EDMAR L BACHA

1970
Rio de Janeiro

EVALUACION PRIVADA DE PROYECTOS

Por Manuel Cruzat I.

Jefe Dpto. de Estudios
del Banco Hipotecario
de Chile

EVALUACION PRIVADA DE PROYECTOS

1 - INTRODUCCION

1.1 - Concepto de Inversión

Se puede definir inversión como la utilización de recursos determinados hecha con la esperanza de recibir beneficios en el futuro.

1.2 - Todo esquema de evaluación de inversiones - o "proyectos" - debe contar, a lo menos, con lo siguiente:

a) Un sistema de estimación de las cifras relevantes para cada inversión.

b) Un sistema consistente y racional de reglas de decisión, de tal manera que se escojan los proyectos más convenientes, se lleven a cabo el total de los proyectos escogidos, y se financien de la manera más eficiente. Es a este sistema de reglas de decisión al que estará dedicada principalmente esta charla.

1.3 - La diferencia entre la evaluación "privada" de proyectos y la evaluación "social" no está en que las reglas de decisión para escoger los proyectos sean distintas en cada caso. La diferencia estriba en que para la evaluación privada se utilizan las cifras de costos, ingresos e impuestos a las que efectivamente se enfrenta la unidad económica que llevará a cabo la inversión, mientras que para la evaluación social dichas cifras se ajustan para tomar en cuenta distorsiones y efectos externos que pueden existir en la economía.

1.4 - En esta sesión, se tratarán los siguientes puntos:

a) Métodos para estimar el retorno de las inversiones

b) Medición del riesgo de dichos retornos

c) Costo de Capital: concepto, medición y variables más importantes que lo afectan.

2 - METODOS PARA ESTIMAR EL RETORNO DE LAS INVERSIONES

2.1 - Para ilustrar los diversos métodos utilizaremos un ejemplo numérico en el cual se presentan 6 inversiones hipotéticas.

ALTERNATIVAS	MONTTO DE LA INVERSIÓN	INGRESOS DE DINERO NETO POR AÑO (Y)		
		Año 1	Año 2	Año 3
A	10.000	10.000		
B	10.000	5.000	5.000	5.000
C	10.000	2.000	4.000	12.000
D	10.000	10.000	3.000	3.000
E	10.000	6.000	4.000	5.000
F	10.000	8.000	8.000	2.000

Ahora veremos como hacen el ranking de estas inversiones diversos métodos que se utilizan para estimar los retornos de las inversiones. Además, hagamos el supuesto de que todas las cifras están expresadas después de impuestos y de que todos los proyectos tienen idéntico riesgo.

2.2 - Ranking por Simple Inspección

En ciertos casos extremos, es posible hacer un ranking simplemente mirando los flujos de cada proyecto. Los 2 casos en los que este ranking se aplica, son los siguientes:

a) Dos proyectos requieren la misma inversión inicial, tienen idénticos flujos de ingreso para cada año, pero uno tiene una vida útil más larga que el otro.

En este caso, el proyecto con la vida útil más larga será el mejor.

Aplicando esta regla, se aprecia claramente que D es mejor que A.

b) Dos proyectos requieren la misma inversión inicial, tienen flujos totales de ingresos iguales, pero uno los recibe antes que el otro. En esta situación, aquel proyecto que reciba antes los ingresos será más rentable.

Observen las alternativas antes enunciadas, se puede ver entonces que E es mejor que B y F > C.

2.3 - Ranking por Payback

El Payback se define como el período de tiempo en el cual se recupera la inversión.

	PAYBACK (EN AÑOS)	RANKING
A	1	1
B	2	4
C	2 1/3	6
D	1	1
E	2	4
F	1 1/4	3

En este caso, vemos que el Payback falla ya que considera iguales a A y D y a B y E, las que habíamos podido discriminar por simple inspección.

En general, las dos fallas claves del Payback son:

- a) No considera los ingresos posteriores al período en que se recupera la inversión.
- b) No considera el "timing" en que se reciben los ingresos.

2.4 - Ranking por Métodos Contables

Aquí veremos 2 variantes de métodos contables que son utilizadas usualmente en las empresas. Digo variantes, ya que la diversidad en la aplicación de estos métodos es sumamente grande. Los que se verán aquí se definen como Utilidad Promedio sobre el Valor Libro de la Inversión y Utilidad Promedio sobre el Valor Libro Promedio de la Inversión.

Expresando estos métodos con fórmulas se tiene lo siguiente:

Tasa de Utilidad = $\frac{\bar{Y} - \bar{D}}{I}$ en que \bar{D} es la depreciación promedio.

La Tasa de Utilidad sobre Valor Libro Promedio = $\frac{\bar{Y} - \bar{D}}{\frac{I}{2}}$

	INGRESOS PROMEDIOS	DEPRECIACIÓN PROMEDIO	UTILIDAD PROMEDIOS	VALOR LIBRO PROMED.	UTIL. SOBRE VALOR LIBRO	UTIL. SOBRE VALOR LIBRO PROM.	RANKING
A	10.000	10.000		5.000			6
B	5.000	3.333	1.667	5.000	16.67	33.34	4
C	6.000	3.333	2.667	5.000	26.67	53.34	1
D	5.333	3.333	2.000	5.000	20.00	40.00	3
E	5.000	3.333	1.667	5.000	16.67	33.34	4
F	6.000	3.333	2.667	5.000	26.67	53.54	1

Estos métodos fallan ya que, entre otras cosas, consideran a $B = E$ y a $C = F$, aún cuando sabemos que B es mejor que E y F mejor que C .

En todo caso, y como veremos más adelante, la falla principal de estos métodos es no considerar el valor tiempo del dinero.

2.5 - Valor Tiempo del Dinero

Hasta ahora, hemos visto que la falla clave de los métodos anteriores era el no considerar el valor tiempo del dinero. Este concepto significa sencillamente que, si la tasa de interés es positiva, un peso recibido hoy día vale más que un peso a recibirse en el futuro ya que dicho peso lo podemos invertir y recibir algunos beneficios. Por ejemplo, si recibimos 100 pesos hoy día y la tasa de interés es 3% anual, en 2 años tendremos \$ 106,09; e la inversa, si nos ofrecen pagar \$ 106,09 en 2 años más y la tasa de interés sigue siendo 3% anual, el valor que dicho pago tendrá para nosotros será de sólo \$ 100. En general, la fórmula para calcular el monto a futuro de una suma invertida es:

Monto = $(1 + r)^n \times I$ y la fórmula para el valor presente es: Valor Presente = $(1 + r)^{-n} \times I$.

Para estos efectos, existen tablas mediante las cuales se puede convertir cualquier flujo de dinero en moneda presente o futura.

Existen dos métodos que consideran el valor tiempo del dinero: el método de la "tasa interna de retorno" y el método del "valor presente neto". Ahora entraremos a ver ambos en detalle.

2.6 - Tasa Interna de Retorno

Se define tasa interna de retorno como aquella tasa que iguala el valor presente de los flujos ingresos con la inversión inicial. Es la tasa que resuelve la siguiente igualdad:

$$I = \frac{Y_1}{(1+r)} + \frac{Y_2}{(1+r)^2} + \frac{Y_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{Y_n}{(1+r)^n}$$

r = tasa interna de retorno

Se podría interpretar la tasa interna de retorno como la más alta tasa de interés que se podría pagar por un préstamo que financiara la inversión, si el préstamo se fuera abonando con los fondos provenientes de la inversión a medida que estos van siendo generados.

Veamos ahora que ranking se obtiene aplicando la tasa interna de retorno:

	TASA INTERNA DE RETORNO	RANKING
A	0	6
B	23	5
C	27	3
D	37	2
E	24	4
F	44	1

Se aprecia que este ranking está de acuerdo con nuestra simple inspección, ya que aparece D mejor que A, E mejor que C y E mejor que B.

Para ilustrar mejor la mecánica de la tasa interna de retorno, veamos el siguiente ejemplo:

Inversión en una máquina	E ^o 3.791
Flujos anuales de ingreso	E ^o 1.000
Vida útil	5 años
Valor de desecho	0
Tasa interna de retorno	10%

AÑO	INVERSIÓN NO RECUPERADA A COMENZAMOS DEL AÑO (1)	INGRESOS ANUALES (2)	RETORNO AL 10% (1x10%) (3)	CAPITAL RECUPERADO A FINES DEL AÑO (2 - 3) (4)	INVERSIÓN NO RECUPERADA A FINES DEL AÑO (1 - 4) (5)
1	3,791	1.000	379	621	3.170
2	3,170	1.000	317	603	2.487
3	2,487	1.000	249	751	1.736
4	1,736	1.000	173	827	909
5	909	1.000	91	909	0
		5.000	1.209	3.791	

Comentarios a la Tasa Interna de Retorno

Es un buen método para evaluar proyectos ya que toma en cuenta el valor tiempo del dinero. Sin embargo, hay 2 situaciones en las cuales la res-
puesta de la tasa interna de retorno puede no ser la óptima.

Situación 1:

Cuando hay proyectos mutuamente excluyentes, es posible que aquel
proyecto con tasa de retorno más alta no sea el mejor.

Situación 2:

Cuando hay proyectos "no convencionales", es decir, inversiones en
las cuales se combinan más de una vez flujos negativos con positivos, es posi-
ble que exista más de una tasa de retorno o, incluso, que no exista una tasa
de retorno sino que todas las soluciones sean imaginarias.

Las razones para que la tasa de retorno falle en estas ocasiones pro-
vienen tanto de la forma misma de cálculo de la tasa, como de ciertos supues-
tos implícitos de este método, uno de los cuales es que los flujos generados
por el proyecto se reinviertan a la misma tasa de retorno. Sin embargo, es un
método útil que en la mayor parte de los casos de la respuesta correcta. Ade-
más, el método del valor presente neto que veremos a continuación, no presenta
ninguna de las fallas a que está sujeta la tasa interna de retorno.

2.7 - Valor Presente Neto

El método del Valor Presente Neto consiste básicamente en lo siguien-
te:

- a) Se escoge una tasa de descuento igual al costo de Capital. *capital*
- b) Se computa el valor presente de los ingresos y se lo compara con *se computa o valor presente de ingresos e se compara con*
la inversión inicial. *a un valor inicial*
- c) La diferencia es el valor presente neto. *a diferencia i' o valor presente neto*
- d) Mientras más alto sea el valor presente neto de una inversión, me- *entonces más alto sea o valor presente neto de una inversión*
jor será dicha inversión. *mejor será dicha inversión*

Veamos ahora el ranking mediante este método de nuestras inversio-
nes, utilizando 2 tasas de Costo de Capital: 30% y 6%.

X

	VALOR PRESENTE DE INGRESOS (30%)	VALOR PRESEN TE DE INVER SIÓN	VALOR PRESENTE NETO	RANKING
A	7.690	10.000	- 2.310	6
B	9.080	10.000	- 920	5
C	9.366	10.000	- 634	3
D	10.831	10.000	+ 831	2
E	9.257	10.000	- 743	4
F	11.798	10.000	+ 1.798	1

	VALOR PRESENTE DE INGRESOS (6%)	VALOR PRESEN TE DE INVER SIÓN	VALOR PRESENTE NETO	RANKING
A	9.430	10.000	- 570	6
B	13.365	10.000	3.365	5
C	15.526	10.000	5.526	2
D	14.620	10.000	4.620	3
E	13.418	10.000	3.418	4
F	16.344	10.000	6.344	1

Como se puede apreciar, en los dos casos este método nos da un ranking consistente con el ranking por simple inspección. Además, dependiendo de cuál sea el costo de capital, la inversión C puede ser mejor o peor que la inversión D. Es en estos casos en los que este método puede darnos una mejor respuesta que la tasa interna de retorno, ya que C y D pueden muy bien ser proyectos mutuamente excluyentes.

Interpretación del Valor Presente Neto

Podríamos decir que es la cantidad máxima que una empresa podría pagar por la oportunidad de llevar a cabo una inversión sin sufrir desmedro en su posición financiera.

3 - MEDICIÓN DEL RIESGO

3.1 - Concepto de Riesgo

Hasta ahora nosotros hemos trabajado con estimaciones de inversiones, costos e ingresos que tenían valor, aún en realidad esas estimaciones eran ya sea la moda o el valor esperado o promedio de una distribución de probabilidad.

des, ya que en la vida real existe incertidumbre y nosotros podemos muy raras veces predecir con certeza el valor que tomarán las distintas variables en el futuro. Mientras más dispersa sea la distribución de los valores que puede tomar una determinada variable, más "arriesgada" será esa variable. A la inversa, si conocemos exactamente los valores que una variable tomará en el futuro, significa que dicha variable no está sujeta a riesgo. En otras palabras, riesgo es sinónimo con dispersión de posibles valores.

En lo respecta a evaluación de proyectos, es evidente entonces que un proyecto normalmente no promete sólo una tasa de retorno, sino que genera una amplia gama de posibles retornos. A la estimación de estos posibles retornos, como asimismo a sus respectivas probabilidades de ocurrencia, le dedicaremos el próximo punto.

3.2 - Obtención de una Distribución Probabilística de los Retornos

Dijimos anteriormente que una primera estimación - y enfatizo las palabras "primera estimación", ya que esto será en parte modificado por el análisis de portfollio que veremos más adelante - del riesgo de un proyecto podría ser obtenida si lográbamos la distribución probabilística de los retornos de dicho proyecto. La dispersión de la distribución, que puede ser medida por la desviación standard de la distribución, nos indicaría el riesgo del proyecto.

Un posible método para obtener la distribución probabilística de los retornos, el cual está basado en el artículo de "David B. Hertz" "Risk Analysis in Capital Investments", se presenta a continuación.

El método tiene las siguientes fases:

- a) Se estiman los valores de cada uno de los factores que inciden en el proyecto y sus respectivas distribuciones probabilísticas.
- b) Se selecciona al azar el valor de una variable con su respectiva probabilidad y se le combina con los valores de las otras variables. Se obtiene así una tasa de retorno con una cierta probabilidad.
- c) Se repite (b) hasta obtener una distribución probabilística de tasas de retorno.

Hertz también hace un ejemplo que ilustra bastante bien este método:

Un proyecto de una nueva fábrica de productos químicos presenta las siguientes cifras, basadas en la estimación "más probable" (moda) de sus variables claves.

Inversión requerida	\$ 9.500.000
Vida útil	10 años
Valor residual	\$ 4.500.000
Tamaño del mercado	250.000 toneladas
Precio de venta	\$ 510/toneladas
Tasa de crecimiento de mercado	3%
Porcentaje del mercado para la Cía.	12%
Costos de Operación	\$ 435/toneladas
Costos indirectos	\$ 300.000

En base a las cifras anteriores; el retorno "más probable" del proyecto es de 25,2%.

Ahora bien, para contrastar esta única estimación con un set de estimación que además incluyan una medida del riesgo del proyecto, es necesario seguir el método antes expuesto. Para esto, se parte indicando los posibles valores que pueden tomar las variables claves; en este ejemplo, sólo voy a indicar los rangos entre los cuales pueden fluctuar las variables, aún cuando es evidente que se requieren también las probabilidades para cada uno de los valores.

Inversión requerida	\$ 7.000.000 - \$ 10.500.000
Vida útil	5 - 15 años
Valor residual	\$ 3.500.000 - \$ 5.000.000
Tamaño del mercado	100.000 - 340.000 ton.
Precio de venta	\$ 385 - 575
Tasa de crecimiento del mercado	0 % - 6%
Porcentaje del mercado para la Cía	3% - 17%
Costos de Operación	\$ 370 - \$ 545
Costos indirectos	\$ 250.000 - \$ 375.000

Con las cifras anteriores, y después de hacer una simulación con computador en la cual se hicieron 3.600 estimaciones de la tasa de retorno, los resultados fueron los siguientes:

Tasa de retorno esperada = 14,6%

DISTRIBUCIÓN PROBABILÍSTICA DE LOS RETORNOS

RETORNO	PROBABILIDAD
- 0 %	0,035
0 - 5 %	0,159
5,1 - 10 %	0,054
10,1 - 15 %	0,214
15,1 - 20 %	0,108
20,1 - 25 %	0,304
25,1 - 30 %	0,126
30 %	0,000
TOTAL:	1.000

Se puede apreciar claramente que el cuadro con la distribución de los retornos presenta una información mucho más completa de lo que puede ofrecer en el futuro el proyecto. Sin embargo, como veremos a continuación, el análisis del riesgo no está aún completo.

3.3 - Concepto de Portfolio

Un portfolio o cartera es un conjunto de inversiones que forman un todo y ese todo es el total de la inversión de la unidad económica que estamos analizando, ya sea empresa, individuo, etc.

El análisis de portfolio ha tenido su mayor aplicación en la elección de una cartera de acciones o bonos aplicable a inversionista particulares o fondos mutuos; sin embargo, es evidente que para una firma que cuenta con un conjunto de oportunidades de inversión, el problema es muy similar al de un inversionista particular que está tratando de escoger su combinación óptima de acciones bursátiles. En otras palabras, el análisis de portfolio es enteramente aplicable a las decisiones de inversión de una firma. Un portfolio puede contar de 1 inversión en una sola acción ("máquina") o de un total de la inversión dividido en "n" acciones ("máquinas"), dependiendo de las conveniencias y gusto del inversionista. (firma). Normalmente, un portfolio contará con más de una inversión puesto que las unidades económicas tienden a diversificar sus inversiones. Esta diversificación implica aversión al riesgo, ya que de no tener aversión al riesgo todos los inversionistas invertirían

solamente en la acción ("proyecto") que les promete un mayor retorno esperado. El objetivo del análisis de portfolio es el de permitir una diversificación eficiente; para esto, es clave el poder medir el riesgo y retorno de un portfolio, como asimismo la contribución de cada una de las partes de dicho portfolio al riesgo y retorno total de la cartera.

3.4 - Retorno y Riesgo del Portfolio

Para ver los factores que inciden en el retorno y riesgo de un portfolio, partiremos con un ejemplo que presenta Markowitz en su libro "Portfolio Selection-Efficient Diversification of Investments" y que es sin duda el libro más claro y completo sobre el tema.

Markowitz calculó los retornos anuales desde 1937 a 1954 para un grupo de acciones entre las cuales estaban Coca-Cola y Atchinson, Topeka y Santa Fé. Los datos para estas 2 acciones eran los siguientes:

	RETORNO PROMEDIO (\bar{r})	DESVIACIÓN STANDARD (J)
Coca-Cola	0,055	0,201
Atchinson, Topeka y Santa Fé	0,193	0,36

La desviación standard de los retornos nos mide la dispersión de esos retornos. En otras palabras, mientras más grande es la desviación standard de una distribución, más difícil es predecir los valores exactos que tomará la variable, o sea, más "arriesgada" es la variable.

El paso siguiente de Markowitz en este ejemplo es calcular el retorno y la desviación standard que hubiera tenido un portfolio que hubiera consistido de 80% Coca-Cola y 20% Atchinson, Topeka y Santa Fé. Los resultados son:

$$r = 0,034 \quad J = 0,20$$

En otras palabras, este portfolio tiene un mayor retorno que Coca-Cola e incluso un menor riesgo. En la terminología del portfolio, este último es más eficiente que un portfolio consistente únicamente de Coca-Cola.

Por qué sucede esto? La razón es que el retorno de un portfolio es el promedio ponderado de los retornos de las inversiones que lo componen,

pero la desviación standard (J) de un portfollio depende de:

- a) La desviación standard de cada inversión.
- b) El coeficiente de correlación entre cada par de las inversiones que comprenden el portfollio.
- c) La proporción del portfollio total invertidas en cada una de las inversiones componentes.

El factor que es clave y que merece mayor explicación es el (b), o sea, la correlación entre las inversiones. Se dice que dos inversiones tienen retornos correlacionados positivamente cuando estos tienden, a través del tiempo, a moverse en el mismo sentido. Cuando se mueven en sentido inverso, se habla de correlación negativa y, finalmente, cuando las distribuciones de retornos son independientes significa que la correlación es 0.

Si los retornos entre las inversiones no están correlacionados, es fácil demostrar matemáticamente que cuando el número de inversiones compuestas de un portfollio aumenta, el riesgo (desviación standard) del portfollio disminuye, tendiendo a 0 cuando n tiende a infinito.

Si los retornos están correlacionados negativamente el caso es aún más favorable que el anterior, ya que con un número menor de inversiones - que en el límite llegan a dos - se puede llegar a obtener un portfollio de 0 riesgo.

Finalmente, si los retornos están correlacionados positivamente en algún grado, el poder de la diversificación es menor pero sigue siendo siempre muy importante. Aún más, en este caso se puede ver claramente que el riesgo de una inversión está mucho más determinado por la correlación de esa inversión con el resto de las inversiones del portfollio que por la desviación standard ("dispersión") de la inversión en sí misma.

Un ejemplo puede servir para ilustrar este último punto: supongamos que debemos escoger entre las inversiones A o B para formar parte de un portfollio nuestro que cuenta ya con 99 inversiones.

Cada una de estas 99 inversiones tiene una varianza (la desviación standard es la raíz cuadrada de la varianza) igual a V y cada par tiene un coeficiente de correlación igual a $\frac{1}{2}$ (el coeficiente de correlación puede fluctuar entre -1 y +1). La inversión A tiene una varianza igual a V y un coeficiente de correlación = 1/2 en cada una de las 99 inversiones restantes. Por otra parte, la inversión B tiene una varianza = 25 V y un coeficiente de correlación = 0 con las otras inversiones. O sea, a simple vista la inversión B es mucho más arriesgada que la A.

Veamos ahora los resultados:

La contribución de A a la varianza del portfollio = 0,01 V

La contribución de B a la varianza del portfollio = 0,0025 V

Conclusión: La inversión B es para este portfollio sustancialmente menos arriesgada que la inversión A.

3.5 - Conclusiones del Análisis del Riesgo y Portfollio

a) No existen proyectos "arriesgados" o "poco arriesgados" en sí mismo. Para ver cuán arriesgado es un proyecto determinado, es fundamental recurrir a algún tipo de análisis de portfollio, ya que un componente clave del riesgo marginal de un proyecto es su correlación con las otras inversiones de la unidad económica.

Este punto es sub-estimado normalmente y suele conducir a los más grandes errores en la evaluación de proyectos. Creo está de sobra citar ejemplos, ya que abundan demasiado.

b) Diversificación es casi sinónimo con baja correlación. Una empresa puede fabricar 1.000 productos distintos y estar poco diversificada; a la inversa, otra empresa puede tener una línea de sólo 2 productos y estar perfectamente diversificada.

c) Es fundamental para una empresa grande el que sus sistemas de control no impidan el que una división de la empresa tenga proyectos "arriesgados", ya que en el contexto de toda la firma dichos proyectos pueden ser de muy bajo riesgo.

4 - COSTO DE CAPITAL

4.1 - Concepto de Costo de Capital

Como todo costo en economía, el costo de capital es el retorno alternativo de los fondos que se invierten en la empresa. Dicho de otra manera, sería el retorno mínimo que debería ganar una inversión dentro de una firma para que sus dueños estuvieran indiferentes entre llevar o no a cabo la inversión.

La importancia del costo de capital en la evaluación de proyectos estriba en que una empresa debería llevar a cabo todos los proyectos cuya tasa de retorno es superior a la tasa de costo de capital o, lo que es lo mismo, llevar a cabo todos los proyectos cuyo valor presente neto es positivo cuando los flujos han sido descontados a la tasa de costo de capital. En otras palabras, el costo de capital nos da el punto de corte de las inversiones; si no

lo conocemos, no sabremos hasta dónde invertir en forma óptima.

4.2 - Medición del Costo de Capital

La medición del costo de capital, aunque perfectamente posible, presenta ciertas dificultades por 2 razones:

a) Las cifras sobre las que se basa la medición son, en ciertos casos, bastante difíciles de estimar.

b) El costo de capital no es una constante - una cifra - sino que una variable que depende de varios factores. Para los efectos de fijar políticas es de mucha mayor relevancia el determinar la función costo de capital que el obtener un número en un momento dado, el que necesariamente es válido sólo para determinados valores de las variables independientes.

En todo caso, trataremos de ver conceptualmente la medición del costo de capital, dejando para la sección 4.3 un análisis somero de las variables más importantes que lo afectan.

Veremos primero el costo del capital propio: si definimos los siguientes términos.

P_0 = Precio de una acción en el período 0.

D_1, D_2, \dots, D_n = Dividendos esperados desde el período 1 al n

K = costo de capital propio.

El costo de capital sería la tasa que iguala el flujo de dividendos con P_0 .

$$P_0 = \frac{D_1}{(1 + K)} + \frac{D_2}{(1 + K)^2} + \frac{D_3}{(1 + K)^3} + \dots + \frac{D_n}{(1 + K)^n}$$

Expresado de otra forma, el costo del capital propio sería la tasa de descuento que utilizan los accionistas para descontar los flujos de ingresos esperados que genera una acción.

Ahora bien, dado que los accionistas particulares pagan impuesto a la renta por los dividendos percibidos, el costo de las utilidades retenidas sería algo menor que K y, como una aproximación, podríamos decir que sería $(1 - T)K$, siendo T la tasa de impuesto a la renta promedio de los accionistas de la sociedad.

Además, casi todas las empresas se financian con una mezcla de deuda y capital propio. En este caso, se puede calcular un promedio ponderado

entre deuda y capital propio, lo que nos daría un costo promedio de capital para la firma.

Por ejemplo, supongamos una firma con los siguientes datos:

Costo Capital Propio = 15%

Costo de Deuda = 6%

Proporción del Capital Propio en su capitalización = 70%

Proporción de la Deuda en su capitalización = 30%

Costo de Capital promedio ponderado = $.70 \times 15 + .30 \times 6 = 12,3\%$

4.3 - Variables que afectan el Costo de Capital

Las principales variables que determinan el costo de capital para una firma son:

- a) Riesgo
- b) Política de Endeudamiento
- c) Política de Dividendos

Veremos ahora brevemente cada una de estas variables:

a) Riesgo y Costo de Capital:

En general, el costo de capital es función creciente del riesgo. Este riesgo debe ser medido en el contexto del análisis de portfolio; además, debe tenerse presente que el riesgo será normalmente distinto por proyecto, lo que implica que el costo de capital también será, en la mayoría de los casos, diferente para cada proyecto. Nótese que es posible que para una firma puede ser conveniente en un momento dado, y según sean las características de un portfolio, el llevar a cabo proyectos con un retorno esperado inferior a su costo de capital promedio e, incluso, con retorno esperados negativos.

b) Política de Endeudamiento y costo de capital:

Para ilustrar los argumentos en este sentido, usemos el ejemplo de la sección 4.2. Ahí vimos que era posible calcular un costo de capital promedio ponderado. Las cifras eran:

Costo de Capital propio	=	15%
Costo de Deuda	=	6%
Proporción de Capital Propio	=	70%
Proporción de Deuda	=	30%
Costo de Capital Promedio	=	12,3%

A simple vista, sería posible bajar el costo de capital promedio aumentando la proporción de deuda en la capitalización de la compañía. Sin embargo, existen aquí 2 teorías:

1) Teoría del Ingreso Neto

Que señala que efectivamente el costo de capital promedio puede ser bajado hasta llegar a un punto mínimo óptimo.

2) Teoría del Ingreso Operacional Neto

Que indica que es imposible bajar el costo promedio introduciendo deuda ya que a medida que aumenta el porcentaje de deuda en la estructura de capital, el costo del capital propio subiría ya que las acciones empiezan a ser más "arriesgadas". Utilizando las cifras del ejemplo anterior, pero con un 40% de deuda pasaría lo siguiente:

Proporción de Capital Propio	= 60%
Proporción de Deuda	= 40%
Costo de Deuda	= 6%
Costo del Capital Propio	= 16,5% (sube desde 15% a 16,5%)
Costo de Capital promedio	= 12,3% (se mantendría la cifra anterior).

Para resumir este punto, vale la pena anotar que ambas teorías tienen sus seguidores y las investigaciones empíricas no son conclusivas hasta el momento.

c) Política de Dividendos y Costo de Capital

Nuevamente existen aquí dos teorías:

1) La Política de Dividendos no afecta al Costo de Capital

Los seguidores de esta tesis sostienen que la política de dividendos es irrelevante ya que el accionista debería estar indiferente entre recibir un dividendo hoy día o una cantidad mayor (por la reinversión de esos fondos a una tasa de interés) en el futuro.

2) La Política de Dividendos afecta al costo de capital.

Esta teoría sostiene que al postergarse dividendos hacia el futuro, aunque éstos sean mayores, la acción se hace más arriesgada, lo que aumentaría el costo de capital. En otras palabras, "más vale un pájaro en la mano que 100 volando".

Nuevamente, es preciso anotar que las investigaciones empíricas tampoco son conclusivas en este punto.

En los puntos a), b), c) anteriores he tratado de resumir lo más posible, argumentos que son bastante complejos. He dejado fuera, por falta de tiempo, un sin número de hipótesis respecto al costo de capital, y las variables más importantes que lo afectan. Se puede decir sin ninguna duda que el costo de capital es la variable que presenta más problemas teóricos y prácticos para la evaluación privada de proyectos. Mucho se ha avanzado: sin embargo, queda aún un largo trecho por recorrer.

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

Esta charla ha estado basado principalmente en los siguientes libros y artículos:

1. H. BIERMAN AND S. SMIDT, The Capital Budgeting Decision
Macmillan - 1960

2. HARRY M. MARKOWITZ, Portfolio Selection-Efficient Diversification of Investments
John Wiley & Sons - 1959

3. DAVID B. HERTZ "Risk Analysis in Capital Investments
Harvard Business Review
Jan. - Feb. 1964.

ELEMENTOS BASICOS DE LA EVALUACION

SOCIAL DE PROYECTOS

Por Lance J. Taylor

Profesor de Economía
de la Universidad de
Harvard y Consultor
de ODEPLAN

ELEMENTOS BASICOS DE LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

1. - LAS PRINCIPALES DISTORSIONES EN LA ECONOMIA CHILENA Y SUS IMPLICANCIAS PARA EL CALCULO DE PRECIOS SOMBRA

Como se señaló con anterioridad, es imposible calcular un conjunto completo de precios sombra para guiar la economía a una óptima asignación de recursos. Existen límites para toda investigación impuesta por el costo de recopilación y manipulación de datos en forma inteligente; a este respecto las investigaciones de precios sombra son notoriamente costosas. Por esta razón, en este Seminario nos hemos concentrado en la estimación de sólo tres precios sombra importantes que son los del trabajo, capital y divisas.

Por qué solamente estos tres?. Porque son los más importantes de modificar a la luz de ciertos juicios generalmente aceptados sobre la estructura de la economía chilena:

i) Imperfecciones de los mercados de capitales en Chile - hay muy pocos participantes en cualquiera de los mercados usuales (mercado de valores, mercado de bienes futuros, etc.) y muchas veces no tienen recursos suficientes para resistir las fluctuaciones de mercado. Además la tasa de interés no juega un papel importante en la asignación de recursos pues su valor real tiene grandes fluctuaciones (y frecuentemente ha sido negativa) a causa de la inflación.

ii) Como resultado de la debilidad de los mercados de capitales las tasas de retorno al capital no son iguales entre las diferentes ramas de la industria (y aún entre las mismas ramas).

iii) Las tasas de retorno del capital en términos sociales y privados difieren entre sí por los impuestos a las utilidades de las empresas. Los impuestos de ingresos son puestos para usos sociales que no son tomados en cuenta en los cálculos de ganancias privadas.

iv) La estructura de incentivos de producción en la economía chilena es altamente sesgada en favor de la sustitución de importación y en contra de la exportación.

v) Cualquier proyección razonable del desarrollo chileno dentro de los próximos 10 años indica que las necesidades de divisas adicionales serán excepcionalmente altas.

vi) Muchas regiones en Chile tienen un severo problema de desocupación local y la nación en general tiene un excedente de mano de obra.

vii) Hay repetidas observaciones de que la distribución de ingresos en Chile es poco favorable, siendo sesgada en gran parte en contra de las clases de ingresos inferiores y no lo suficientemente favorable para la clase asalariada.

Si nosotros aceptamos estos juicios, como una nómina tentativa de las distorsiones de los principales mercados en Chile nos vemos en la necesidad de usar precios sombra para capital, divisas y trabajo en la evaluación de proyectos de inversión.

Por ejemplo, respecto al punto iii) la simple consideración de querer asignar recursos a aquellas áreas que produzcan el beneficio mayor sugerirían una política de inversión orientada hacia la igualación de las tasas de retorno de capital en diferentes sectores de la economía.

Hasta dónde debe impulsarse esta igualación de las tasas de retorno?

Idealmente debiera invertirse en cada sector hasta que el capital esté obteniendo, digamos, un 12% antes de la deducción de impuesto.

En la práctica si se piensa en una cifra del 12% como "la" tasa social de retorno al capital, y las inversiones en la Industria A producen, en promedio sólo un 7% mientras que en la Industria B producen un 27%, se recomendaría un procedimiento gradual de considerar únicamente los mayores proyectos de A mientras B se expande más bien rápidamente hasta que ambas se aproximen a la tasa de 12%.

Evidentemente el 12% sirve de meta y punto de referencia en el corto plazo, (es decir, se debe dudar acerca de si se aceptan los proyectos de inversión que producen menos del 12%, a menos que ellos contengan "consideraciones especiales" que las justifiquen en detalle y que merezcan un tratamiento indulgente).

En el largo plazo, si el 12% corresponde a un precio sombra verdaderamente estimado representa la tasa de retorno que se aplicaría sin las distorsiones i)-iii).

Con respecto al punto v) es necesario un cuidadoso estudio de los precios comparativos de "generar" divisas adicionales ya sea a través de la expansión de las exportaciones o de la sustitución de importaciones ya que las necesidades de divisas serán suficientemente altas en la próxima década para requerir una cierta eficiencia en su obtención:

Por ejemplo, supongamos que los posibles proyectos de inversión tienen los siguientes costos e ingresos actualizados.

Proyecto Sustitución

Importaciones

Valor a precio CIF de las importaciones sus <u>titu</u> ídas	US\$ 100
Valor a precio CIF pre <u>ci</u> os materias primas importadas	US\$ 50
Valor a precio domé <u>s</u> -tico del trabajo, ca <u>p</u> ital y materia prima	E° 750

Proyecto Exportaciones

Valor a precio FOB del producto expor <u>t</u> ado	US\$ 85
Valor a precios CIF de materias primas importadas	US\$ 10
Valor a precio do <u>m</u> éstico del traba <u>j</u> o, etc.	E° 750

En el proyecto de sustitución de importaciones para generar un mejoramiento neto de US\$ 50 en la balanza de pagos, es necesario un desembolso interno de E° 750, mientras se genera un mejoramiento de US\$ 75 en el proyecto de exportación. Por consiguiente, si se invierten E° 750 en el proyecto de exportación, pagarían por importación una cantidad adicional que es la mitad de ésta. Si uno tuviera una lista de proyectos que influyan en la balanza de pagos ellos debieran ser ordenados claramente de acuerdo a los principios del ejemplo, colocando primero aquellos proyectos donde la inversión interna genera el mayor impacto en la balanza de pagos. Esto es lo que significa tomar en cuenta los costos comparativos de generar moneda extranjera adicional.

Dado que, los proyectos recientes de sustitución de importaciones en Chile han mostrado una relación de costos domésticos con respecto a la generación de divisas (en el sentido del ejemplo) de cerca de una y media o dos veces la tasa de cambio corriente, y la razón en exportación es menor, alcanzando no más de 1.5. ¿Cómo podremos saber cuál de estos proyectos rechazaremos en un cálculo de beneficio-costos social? El criterio adecuado para comprobar un proyecto de sustitución de importaciones o de exportaciones es el mismo que está implícito en nuestra discusión sobre el retorno del capital, es decir, la razón de los costos domésticos a los ingresos netos en dólares de un proyecto, no debe ser superior a la tasa de cambio social a que pueden ser convertidos los escudos en dólares bajo condiciones en que los costos sociales de los bienes transados no se aparten de los costos privados por tarifas y otras restricciones al comercio. Si un proyecto tiene un costo para generar divisas superior a "la" tasa crítica de cambio (que es probablemente 1,3 veces la tasa de cambio actual), entonces no debe realizarse. En último término si todos los proyectos de la economía satisficieran esta condición, serían rentables si se eliminaran todas las restricciones comerciales. Desde luego, el costo de la generación de divisas se igualaría en todos los sectores, de modo que los recursos en cualquiera de los sectores no tendrían un uso alternativo mejor que otro.

El punto vi) indica que sería apropiado valorar la mano de obra que utiliza un nuevo proyecto de inversión a algo menos que el salario de mercado, pués si los trabajadores desocupados o subempleados son ocupados en este proyecto es probable que su costo de oportunidad sea bastante bajo. Sin embargo, debería también señalarse que el emplear un trabajador anteriormente subempleado significa también aumentar su nivel de ingreso real (un hecho deseable desde el punto vii). Por lo tanto, es conveniente valorar el salario sombra en algo más que el costo de oportunidad del trabajador (pero menor que el salario que realmente recibe en el nuevo proyecto) para tomar en cuenta la ganancia del bienestar social experimentado a través del incremento de ingreso del trabajador. La valoración relativa de esta ganancia es la esencia de todo cálculo de salarios sombra y será discutida más profundamente en sesiones posteriores.

2 - ALGUNAS OTRAS REVALORACIONES

Como se señaló anteriormente otros dos problemas que deben ser tratados en el análisis de costo-beneficio social, corresponden a:

i) Los efectos externos o indirectos que un proyecto de inversión puede crear(1).

ii) El hecho generalmente reconocido que los precios relativos de muchos bienes en Chile son diferentes de los precios relativos a los cuales estos bienes pueden ser importados o exportados.

(1) "Efectos externos o indirectos" son comunmente definidos como el impacto que un proyecto de inversión, genera en las industrias que deben comprar sus productos ("efectos hacia adelante") o vender sus insumos ("efectos hacia atras"). A menudo el hecho de que existan estas relaciones entre un proyecto y sus industrias abastecedoras y compradoras es tomado como justificación para el proyecto. Una evaluación más seria debiera tratar de tomar en cuenta si los productos comprados y vendidos por el proyecto están evaluados correctamente en términos sociales. En caso contrario las correcciones apropiadas deben ser hechas. Como el texto sugiere, este es el tipo de análisis del cual se puede sacar pocas generalizaciones puesto que los efectos externos son a menudo muy específicos para cada proyecto. Lo importante es que ellos deben ser cuantificados antes de que sean usados para justificar o condenar un proyecto. Aludir a su existencia e "importancia" es poco menos que innecesario.

El primer problema es casi imposible de tratar con un sentido teórico, dado que los beneficios indirectos o secundarios de los proyectos dependen mucho de consideraciones muy específicas del proyecto en si mismo, de la región en la cual está localizado, y aún de la época en la cual él se construye.

Una evaluación de proyecto exhaustivo debiera considerar todo estos efectos, y varias de las evaluaciones que se presentan en este seminario en el hecho lo hacen.

En vez de desarrollar un engorroso aparato teórico sólo para justificar el uso del sentido común cuando nos enfrentamos a efectos externos, dejamos a los ejemplos este tópico eminentemente práctico.

El segundo problema está muy relacionado a la elección de una propia evaluación técnica de bienes.

En general han sido recomendadas dos técnicas para calcular precios sombra de bienes estimándolos a través de cálculos de insumo-producto o usando precios del mercado internacional convertido a términos domésticos con el precio sombra de la divisa. En principio, las dos técnicas deben dar los mismos resultados, pero por diversidad de razones en la práctica frecuentemente no concuerdan.

De los dos métodos el más factible para ser aplicado es el segundo. Esto es porque en una economía abierta como la chilena es muy factible importar prácticamente cualquier producto del mercado mundial (y muchas veces es relativamente fácil revaluar los bienes no transados en términos de "precios-frontera"). Por esta razón los precios frontera representan el costo de oferta de un bien que puede ser situado en comparación a su costo nacional de bienes.

Así, se supone que una cierta aleación de acero puede ser importada a US\$ 100 la tonelada. Esto representa el costo social del acero para la economía, aunque la aleación se produzca internamente a un precio mayor. En forma similar los ingresos por exportación de un litro de vino representan el costo social del vino aún cuando puede ser vendido a un menor precio. Porque precios frontera siempre representan costos alternativos en una forma bastante clara, (y también porque su uso permite eludir el efectuar correcciones bastante engorrosas a los precios internos, como las derivadas de factores monopolísticos, etc., que necesariamente deberían efectuarse si no se usaran los precios-frontera sugerimos su uso en evaluación de proyectos.

3 - EJEMPLO DE EVALUACIÓN SOCIAL

Para aclarar los efectos de la aplicación en evaluación de proyectos de inversión, de las modificaciones a los precios del mercado aquí propuestos, presentamos una comparación entre la evaluación privada y social a través de un ejemplo utilizado en la presentación sobre evaluación privada. En el cuadro n° 1, se anotan los antecedentes del proyecto en forma abierta. Se supone que el total de inversión se gasta en el año cero, mientras las ventas comienzan en el año uno y terminan en el año diez. En este último año, también hay un beneficio por concepto del valor residuo de la planta. Cuando se calcula el valor actualizado de esta inversión a una tasa de interés de 10% (se supone que este sea el costo de capital en el sector privado), sale altamente rentable.

Para la evaluación social de este proyecto, hemos hecho las siguientes modificaciones a los datos del Cuadro n° 1 (véase Cuadro n° 2).

i) Corrección de los precios de los componentes importados tanto de los gastos de inversión como los gastos corrientes en cada año. Se hicieron estas correcciones en dos etapas: a) valorización de las importaciones a precios CIF en vez de precios domésticos (después de aranceles); b) una revalorización adicional, multiplicando el valor CIF por el precio sombra de las divisas (expresado como 1,25 veces el tipo de cambio vigente) para llegar a una evaluación netamente social.

ii) Revaluación de los gastos para la mano de obra, utilizando un factor de corrección de 0,80 (que implica que el salario sombra es el 80% del salario actualmente pagado).

iii) Revaluación de las ventas. Se supone que el producto del proyecto sustituye las importaciones, y que el valor en precios CIF de las ventas es E° 100.000.000 (convertidos en dólares al tipo de cambio vigente) en vez del valor interno de E° 153.000.000. El valor social es E° 125.000.000 después de su multiplicación por el precio sombra de las divisas.

iv) Se utilizó una tasa social de descuento del 12%, en vez del 10% del mercado. Con esta tasa, el proyecto no es rentable en términos sociales.

En las presentaciones de la semana próxima, se darán muchos ejemplos un tanto más complejos del tipo de cálculo aquí ilustrado. Sin embargo, los principios básicos serán los mismos. Lo importante es corregir los precios de las variables críticas e importantes en el proyecto. Usualmente, estas son la divisa, la mano de obra y el capital, como se ejemplifica aquí.

CUADRO Nº 1
COSTOS Y BENEFICIOS PRIVADOS DE UNA PLANTA QUIMICA
(Miles de escudos) (1)

TIPO DE GASTO	AÑO		
	0	1-9	10
<u>Inversión en planta y equipos</u>			
Componente nacional	45 000		
Componente importado (sin arancel)	40 000		
<u>Otros costos</u>			
Mano de obra	10 000	70 500	70 500
Insumos nacionales		30 000	30 000
Insumos importados (después de arancel de 50%)		30 000	30 000
<u>Ventas</u>		153 000	153 000
Valor residual de planta (nacional)			45 000
<u>Beneficios netos privados</u>	- 95 000	22 500	67 500
<u>Valor actual a 10%</u>	60 378		

(1) Basado en un ejemplo de la presentación sobre la evaluación privada. Se supone un tipo de cambio de E^s 10 por dólar.

CUADRO Nº 2

COSTOS Y BENEFICIOS SOCIALES DE UNA PLANTA QUIMICA

(Miles de escudos)

TIPO DE GASTO	AÑO		
	0	1-9	10
<u>Inversión</u>			
Componente nacional	45 000		
Componente importado (1)	50 000		
<u>Otros gastos</u>			
Mano de obra (2)	8 000	56 400	56 400
Insumos nacionales		30 000	30 000
Insumos importados (3)		25 000	25 000
<u>Ventas (4)</u>		125 000	125 000
Valor residual			45 000
<u>Beneficios netos sociales</u>	- 103 000	13 600	58 600
<u>Valor actual a 12%</u>	- 11 669		

(1) Se supone que no hay aranceles para bienes de capital. Entonces el valor social de estas importaciones es su valor privado, multiplicado por el factor de 1,25 que es el precio sombra de las divisas relativo al tipo de cambio.

(2) Costo nominal de mano de obra multiplicado por su factor de corrección social (0,8).

(3) Se supone que el valor CIF de estas importaciones es E^o 20.000; su valor social es 25.000 = 20.000 x 1,25.

(4) Se supone que el producto de la planta puede ser importado por E^o 100.000. Su valor social es 100.000 x 1,25.

4 - UNA NOTA A POLITICA COMPLEMENTARIA AL ANALISIS DE COSTO-BENEFICIO SOCIAL

De las discusiones de hoy, debe estar bien en claro que un proyecto evaluado en términos de precios sombra puede tener un nivel sombra de beneficios muy diferente al nivel de beneficios que recibiría en el mercado.

Esto es perfectamente normal si uno acepta la hipótesis que los precios de mercado no son ideales; pero trae la desagradable consecuencia que muchas veces, proyectos que son beneficiosos en términos sociales, producen pérdidas en el mercado.

En el largo plazo, existe la esperanza que desaparezcan estos problemas al reducirse la brecha entre el mercado y los precios sociales; pero a corto plazo, es preciso:

- i) Subvencionar proyectos socialmente deseables cuando sea necesario.
- ii) Reducir la importancia de los factores de distorsión que separan los 2 esquemas de evaluación.

Una vez más, hay tal variedad de políticas posibles de seguir para alcanzar estas metas que un tratamiento exhaustivo requeriría más tiempo del que ahora disponemos. Sin embargo, más que entrar en detalles dejaremos la discusión acerca de instrumentos de política adecuada a cada una de las sesiones de "precios sombra", y para la sesión final de resumen y conclusiones.

EL PRECIO SOCIAL DE LA DIVISA MEDIDO A TRAVÉS DEL
COSTO SOCIAL DE GENERARLAS. USO DE ESTE COSTO
COMO CRITERIO DE EVALUACION DE PROYECTOS

EJEMPLO DE CALCULO: PROYECTO QUIMICO

Por Hugo Trivelli Oyarzún

Ingeniero de la División de Pla-
nificación Industrial de CORFO.

EL PRECIO SOCIAL DE LA DIVISA MEDIDO A TRAVÉS DEL
COSTO SOCIAL DE GENERARLAS. USO DE ESTE COSTO
COMO CRITERIO DE EVALUACION DE PROYECTOS

EJEMPLO DE CALCULO: PROYECTO QUIMICO

1 - EL PRECIO DE CUENTA DE LAS DIVISAS. SU CÁLCULO A TRAVÉS DEL COSTO SOCIAL DE GENERARLAS

Aceptando que el sistema de precios está distorsionado y que en consecuencia, los precios de mercado no reflejan la escasez o la productividad de los bienes y servicios, se hace necesario determinar precios de cuenta que reflejen realmente dichas escaseces y productividades.

Para determinar estos precios de cuenta existen distintos caminos posibles, unos de tipo macroeconómicos, a través de modelos globales y otros de tipo microeconómicos, a través de casos individuales de proyectos o empresas.

En este caso nos referiremos al segundo tipo, y en particular a uno de ellos: al cálculo del precio de cuenta de la divisa a través del costo social de generarlas.

Si se considera a la divisa como un factor escaso, se puede decir que el precio de cuenta de éstas será igual a lo que cuesta en moneda nacional, el disponer de una más de ellas. Se trata de medir el costo de ahorrar una divisa más, y por lo tanto, este cálculo deberá hacerse en los proyectos o empresas marginales generadores de divisas, tanto de exportación como de sustitución de importaciones.

Suponiendo que la producción de cada uno de estos proyectos o empresas es exclusivamente para la exportación o para la sustitución de importaciones, la ecuación de balance de cada uno de ellos será:

$$q \cdot p_x \cdot \bar{C} = \sum_i C_{ix} W_{ix} \bar{C} + \sum_i C_{in} W_{in} \quad (1)$$

en que:

q = Producción en unidades físicas (igual a la cantidad exportada o por exportar, o a la cantidad sustituida o por sustituir).

p_x = Precio externo de esa producción, en divisas.

\bar{C} = Tasa de cambio que va a resultar en este proyecto (o empresa); representa el costo de disponer de una divisa más a través del proyecto (o empresa) en cuestión.

C_{ix} = Factores de producción importados utilizados por el proyecto (o empresa).

W_{ix} = Precios externos de esos factores, en divisas.

C_{in} = Factores de producción nacionales utilizados por el proyecto (o empresa).

W_{in} = Precios internos de esos factores, en moneda nacional.

De la relación (1) se despeja el valor que representa el costo de generar una divisa adicional:

$$\bar{c} = \frac{\sum_i C_{in} W_{in}}{q \cdot p_x - \sum_i C_{ix} W_{ix}} \quad (2)$$

Para que la tasa de cambio definida de esta manera represente un valor social de la divisa, los factores de producción nacionales deberán estar valorados a precios sociales. En consecuencia, en las relaciones (1) y (2), W_{in} corresponden a precios sociales, en moneda nacional.

Respecto a los valores C_{in} y C_{ix} cabe hacer dos acotaciones:

a) Dado el hecho de que es difícil y engorroso determinar el costo social de los insumos intermedios, es necesario reducirlos a factores primarios y dar a éstos una valoración social. Así entonces, los C_{in} y C_{ix} corresponden respectivamente a los factores primarios nacionales y a las importaciones, empleados directa e indirectamente en el proyecto o empresa en cuestión.

b) En un proyecto o empresa los distintos años de operación pueden arrojar distintas estructuras de costos, dependiendo, si se supone constancia de los precios relativos internos y externos, del nivel de empleo de la capacidad instalada. Para obtener un valor representativo de la divisa generada por el proyecto o empresa, es necesario abarcar todo el período de gestión de cada uno de ellos, incluyendo la construcción y operación. En consecuencia, cada C_{ix} , C_{in} y q es una sumatoria de los flujos actualizados a lo largo de la vida del proyecto o empresa en cuestión; así:

$$C_{ix} = \sum_{t=0}^T \frac{C_{ixt}}{(1+a)^t}$$

$$C_{in} = \sum_{t=0}^T \frac{C_{int}}{(1+a)^t}$$

$$q = \sum_{t=0}^T \frac{q_t}{(1+a)^t}$$

Al tratar de determinar el valor de la tasa de cambio de cuenta, aparece el problema de que no se puede determinar exactamente cual es el proyecto marginal. Frente a este dilema, no cabe otra alternativa que considerar un valor medio ponderado entre el conjunto de proyectos marginales y empresas de reciente instalación, generadoras de divisas, con la condición de que las divisas generadas por cada uno de ellos no afecte en forma sustantiva la balanza de pagos del país.

2 - USO DEL COSTO SOCIAL DE GENERAR DIVISAS COMO CRITERIO DE EVALUACIÓN DE PROYECTOS

Un criterio más o menos obvio para decidir la conveniencia o inconveniencia de un proyecto generador de divisas ya sea por sustitución de importaciones o a través de exportaciones, es medir la variación del beneficio que para el país implica la realización del proyecto.

Para cuantificar este efecto es necesario medir el beneficio que el país recibiría en el caso de que se realizara el proyecto y el beneficio en el caso de que éste no sea llevado a cabo. El beneficio generado por el proyecto será igual a la diferencia entre los dos beneficios anteriormente mencionados. El cálculo económico corresponde a comparar dos situaciones desde el punto de vista nacional.

Definiendo la variación del beneficio económico neto como:

$$V = BEN_1 - BEN_0$$

en donde BEN_1 y BEN_0 son, respectivamente, el beneficio económico neto en caso de construirse el proyecto y en caso de no ser éste llevado a cabo, se tiene que en los dos tipos de proyectos, de exportación y de sustitución de importaciones, los BEN toman las siguientes expresiones:

a) Proyectos de exportación:

$$BEN_0 = 0 \quad (3)$$

$$BEN_1 = q P_x t - \sum_i C_{ix} W_{ix} t - \sum_i C_{in} W_{in} \quad (4)$$

b) Proyectos de sustitución de importaciones:

$$BEN_0 = p_n q - p_x q t \quad (5)$$

$$BEN_1 = P_n q - \sum_i C_{ix} W_{ix} t - \sum_i C_{in} W_{in} \quad (6)$$

En estas relaciones los únicos términos adicionales que aparecen respecto a los del capítulo anterior son P_n y t . El primero corresponde al

precio interno del producto del proyecto, que se supone reflejó la utilidad marginal de los consumidores que lo adquieren, o su productividad marginal en caso de tratarse de bienes intermedios. El término t representa la tasa de cambio de cuenta, con la cual se valoran los productos y factores extranjeros.

En el planteamiento anterior está implícito el supuesto de que el proyecto es marginal frente al mercado mundial y también frente al mercado interno, y en consecuencia, los precios no varían al materializarse o no el proyecto.

Continuando con el desarrollo analítico, se tiene que la expresión de la variación del beneficio económico neto será:

$$V = q p_x t - \sum_i C_{ix} W_{ix} t - \sum_i C_{in} W_{in} \quad (7)$$

indiferentemente de que el proyecto sea de sustitución de importaciones o de exportaciones.

Despejando t se tiene:

$$t = \frac{V + \sum_i C_{in} W_{in}}{q p_x - \sum_i C_{ix} W_{ix}} \quad (8)$$

Si se llama M al denominador, el cual corresponde al balance neto de divisas, se llega a:

$$t - \frac{V}{M} = \frac{\sum_i C_{in} W_{in}}{M} \quad (9)$$

El segundo miembro corresponde a la definición de \bar{c} , costo social unitario de las divisas generadas en el proyecto:

$$t - \frac{V}{M} = \bar{c} \quad (10)$$

De esta relación se desprenden claramente las conclusiones siguientes:

$$\bar{c} > t \text{ implica } V < 0$$

$$\bar{c} = t \text{ implica } V = 0$$

$$\bar{c} < t \text{ implica } V > 0$$

es decir, que si el costo social de ahorrar una divisa en el proyecto es inferior a la tasa de cambio de cuenta, el proyecto estará generando un benefi-

cio positivo para el país, y por el contrario, si dicho costo es superior a la tasa de cambio de cuenta, se producirá una pérdida de beneficio.

En consecuencia, si se dispone de un valor para la tasa de cambio de cuenta que sirva como referencia, se podrá usar como indicador de la conveniencia o no conveniencia de realizar un proyecto ahorrador de divisas, al costo social de generar esas divisas en el proyecto en cuestión.

En su defecto, de no disponer de un valor para la tasa de cambio de cuenta, el costo social de la divisa en los distintos proyectos, servirá para jerarquizarlos en orden ascendente de valores de \bar{C} , con el fin de seleccionar, para una cantidad de fondos disponibles, aquellos que reporten un mayor beneficio por unidad invertida.

3 - EJEMPLO DE CALCULO

3.1 - Planteamiento del Caso

A título de ejemplo de cálculo se presenta el estudio del costo de generar una divisa a través de un proyecto para producir un producto químico. Lo único que no es real en este ejemplo son los nombres de las empresas que intervienen. Los datos son idénticos a los del proyecto estudiado en la realidad. El caso es el siguiente:

La firma extranjera CHEMICARB en conjunto con las empresas **chilenas** DETERMAC y QUIMICAS PEREZ presentaron a CORFO un proyecto que considera la instalación de una planta para producir un producto químico base en la fabricación de detergentes.

Para ello formarían una sociedad UNIQUIM, en que también participaría CORFO y en que los aportes de capital de cada uno de los socios se haría en la forma en que se especifica en anexo.

Además de los aportes, se solicitaría a CORFO una caución solidaria por US\$ 275.000 para un crédito para adquisición de equipos importados.

Actualmente el producto que se emplea en el país para la fabricación de detergentes se importa en su totalidad a un precio CIF de US\$ 203/ton e está sujeto a un arancel aduanero del 90% de dicho valor CIF.

Para la fabricación del producto en cuestión, las principales materias primas son: polímeros de propileno, cloruro de aluminio y benceno.

Los polímeros de propileno deberán ser importados en una primera etapa, para luego ser sustituidos por producción nacional, a partir de 1974. El cloruro de aluminio deberá ser importado y el benceno será abastecido internamente en parte y el resto será importado (ver Anexo 5).

Las importaciones planteadas deberán hacerse sin pago de derechos de internación.

Además, se debe considerar para efectos del balance neto de divisas el empleo de otros insumos que aunque no son importados directamente, tienen una componente importada (ver Anexo 5).

Otra información necesaria para efectuar el cálculo es la siguiente:

- Las utilidades son gravadas en un 38,9% de impuesto.
- Se pagará durante los 5 primeros años a CHEMICARB un royalties de 1,654 centavos de dólar por Kg. de producto vendido.
- La remesa de royalties está sujeta al pago de un impuesto que ascende al 37,5% de su valor.

Con el fin de realizar el cálculo a costo social, tal como se ha planteado en los puntos anteriores, se ha empleado una tasa de 12% como costo social del capital y la mano de obra ha sido valorada a precio social igual al precio de mercado. Además, los impuestos han sido descontados de los costos, ya que se trata de transferencias y no constituyen un costo para la nación.

Cabe hacer notar que el proyecto plantea la exportación de los excedentes de producción de los primeros años de operación al Perú.

Las cantidades a producir, a exportar, la estructura de la inversión, la estructura de costos del proyecto y la de descomposición del valor de algunos de los componentes de la estructura de costos en factores primarios se incluyen en Anexos.

El supuesto más fuerte que se ha hecho en el cálculo, previa consulta con especialistas ha sido el del costo de producción del polímero de propileno en el país, el cual se ha supuesto igual al costo del importado. Además, se ha supuesto que este costo de producción en el país posee una componente importada del 30%.

Se ha estimado que el proyecto tiene una vida útil de 10 años (1971-1980). Al cabo de éstos se considera un valor residual igual al valor del terreno y 2/3 del valor de las obras civiles.

El detalle del cálculo del costo de generar una divisa en este proyecto y otros resultados adicionales, se exponen a continuación:

3.2 - Cálculo del Costo de Generar una Divisa

A partir de los antecedentes enunciados y de los datos numéricos incluidos en anexos, se ha calculado el balance neto de divisas en el proyecto, el costo social interno que esa generación de divisas significa y finalmente, el costo social de generar una divisa en el proyecto, que es la cifra que nos interesa.

El detalle del cálculo es el siguiente:

3.2.1 - Ahorro y Generación de Divisas (Cifras en Miles de US\$).

AÑO	SUSTITUCIÓN DE IMPORTA- CIONES (1)	EXPORTACIO NES A PERÚ (2)	APORTE DE CHEMICARB (3)	CRÉDITO MA QUINARIA (4)	TOTALES
1970	-	-	375	275	650
1971	1.265	527	-	-	1 792
1972	1 402	1 237	-	-	2 639
1973	1 560	1 050	-	-	2 610
1974	1 610	916	-	-	2 586
1975	1 790	773	-	-	2 563
1976	1 945	588	-	-	2 503
1977	2 110	392	-	-	2 502
1978	2 270	196	-	-	2 466
1979	2 420	12	-	-	2 432
1980	2 440	-	-	-	2 440

- (1) Producción destinada al mercado chileno por precio CIF Chile del producto extranjero (US\$ 203/ton).
- (2) Producción destinada al mercado peruano por precio FOB Chile del producto nacional (US\$ 243/ton).
- (3) Ingreso al país de dinero fresco (US\$ 275.000) y en know-how (US\$ 100.000).
- (4) Ingreso al país de maquinarias (US\$ 275.000).

3.2.2 - Egresos de Divisas (Cifras en Miles de US\$)

AÑO	SERVICIO CRÉDITO (1)	OLEFINAS (2)	BENCENO (2)	ALCL ₃ (3)	ROYALTIES (4)	UTILIDADES CHEMICAS (5)	ADM. E INVESTITIGAC. (2)	VAPOR Y FUEL OIL (2)	TOTAL
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	19	1 218	241	234	87	46	67	30	1 956
1972	59	1 740	344	334	124	58	96	55	2 800
1973	56	1 740	344	334	124	63	96	55	2 799
1974	53	521	344	334	124	68	96	55	1 580
1975	50	521	258	334	124	82	96	55	1 500
1976	47	521	258	334	-	129	96	55	1 481
1977	46	521	258	334	-	152	96	55	1 486
1978	43	521	258	334	-	175	96	55	1 488
1979	-	521	258	334	-	193	96	55	1 453
1980	-	521	258	334	-	198	96	55	1 457

- (1) Anualidades correspondientes a un plazo de 7 años (incluye un año de gracia), más los intereses sobre el saldo insoluto (tasa de interés 7%).
- (2) Según se explica en anexo 5.
- (3) Importado totalmente.
- (4) 1,654 centavos de dólar por Kg. de producto vendido, menos el 37,5% de impuestos.
- (5) 50% de las utilidades brutas menos el 38,9% de impuesto a la renta, menos el 37,5% de impuesto al remesarlas.

3.2.3 - Balances de Divisas (Cifras en Miles de US\$)

AFIO	AHORRO Y GENERACIÓN DE DIVISAS	EGRESOS DE DIVISAS	BALANCE ANUAL	BALANCE ANUAL ACTUALIZADO (*)
1970	650	-	+ 650	+ 650
1971	1 792	- 1 956	- 164	- 147
1972	2 639	- 2 800	- 161	- 129
1973	2 610	- 2 799	- 189	- 135
1974	2 586	- 1 580	+ 906	+ 575
1975	2 565	- 1 500	+ 1 065	+ 605
1976	2 503	- 1 481	+ 1 022	+ 545
1977	2 502	- 1 486	+ 1 016	+ 485
1978	2 466	- 1 488	+ 978	+ 394
1979	2 432	- 1 453	+ 979	+ 353
1980	2 440	- 1 457	+ 983	+ 316
BALANCE TOTAL ACTUALIZADO				+ 3 512

(*) Actualizado con una tasa de 12%.

3.2.4 - Costos Nacionales (Cifras en Miles de US\$)

AÑO	INVERSIÓN (1)	CAP. DE TRAB. (2)	VAPOR (3)	ELECTRICIDAD (4)	OTROS (4)	FILETES (4)	MANO DE OBRA (4)	SUPERVISIÓN (4)	MANTENCIÓN (4)	LABORATORIO (4)
1970	650	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	34	13	6	83	21	68	17	34	8
1972	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1973	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1974	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1975	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1976	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1977	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1978	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1979	-	49	13	8	119	30	96	24	48	12
1980	-105	49	13	8	119	30	96	24	48	12

AÑO	GASTOS INDUSTRIALES DE FABRIC. (3)	SEGUROS E IMPR. (3)	ADM. E INVEST. (3)	OLEFINAS (3)	BENCENO (3)	VALOR SUB PROD. (5)	TOTALES	TOTALES ACTUALIZADO
1970	-	-	-	-	-	-	650	650
1971	24	13	34	-	46	- 93	313	280
1972	35	25	48	-	65	- 132	445	354
1973	35	25	48	-	65	- 132	445	316
1974	35	25	48	1 219	65	- 132	1 664	1 058
1975	35	25	48	1 219	49	- 132	1 648	935
1976	35	25	48	1 219	49	- 132	1 648	878
1977	35	25	48	1 219	49	- 132	1 648	759
1978	35	25	48	1 219	49	- 132	1 648	665
1979	35	25	48	1 219	49	- 132	1 648	590
1980	35	25	48	1 219	49	- 132	1 543	497
COSTO TOTAL ACTUALIZADO (CON UNA TASA = 12%)								+6 982

- (1) Al final de la vida útil se considera un valor residual, en la forma explicada en el texto.
- (2) 12% al año sobre el capital de trabajo
- (3) Según lo indicado en Anexo 5
- (4) Se supone 100% nacional y costo social igual al precio de mercado
- (5) Se ha supuesto que el valor de mercado de los subproductos refleja el beneficio social que ellos producen en el país; luego hay que restarlos de los costos sociales nacionales.

3.2.5 - Costo Social de Generar una Divisa

El resultado obtenido a partir de los cálculos parciales realizados, es el siguiente:

Divisas generadas por el proyecto en el período 1970-1980 (actualizados)	US\$ 3.512.000
Costo de los factores nacionales de producción, en el período 1970-1980 (actualizado)	US\$ 6.982.000

Estos factores han sido expresados en US\$ empleando una tasa de cambio de mercado de E^o 9,00/US\$ y en consecuencia equivalen a:

$$6.982.000 \times 9,00 = E^o 62.838.000.-$$

$$\begin{array}{l} \text{Costo nacional de generar} \\ \text{US\$ 1 en el proyecto} \end{array} = \frac{E^o 62.838.000}{\text{US\$ 3.512.000}} = 17,9 \text{ (E}^o/\text{US\$)}$$

Como la tasa de cambio de mercado T_m es igual a 9,00 E^o/US\$, el resultado se puede expresar en función de ella:

$$C = T_m \times 17,9 / 9,00 = 1,99 \times T_m$$

3.3 - Rentabilidad Privada del Proyecto

En este punto se presenta el cálculo de la tasa interna de retorno del proyecto, es decir, la rentabilidad que para la empresa UNIQUINI significa el proyecto.

En consecuencia, en los flujos anuales se consideran los gastos e ingresos efectivos de la Empresa UNIQUINI.

3.3.1 - Egresos (Cifras en Miles de US\$)

AÑO	INVERSIÓN	AMORT. E INTERÉS CRÉDITO CORFO	COSTOS DE OPERACIÓN (1)	IMPUESTOS SOBRE LAS UTILIDADES (3)	TOTAL EGRESOS
1970	750	-	-	-	750
1971	-	19	2 517	93	2 629
1972	-	59	3 399	118	3 576
1973	-	56	3 399	128	3 583
1974	-	53	3 399	138	3 590
1975	-	50	3 399	167	3 616
1976	-	47	3 201 (2)	263	3 511
1977	-	46	3 201	308	3 554
1978	-	43	3 201	356	3 600
1979	-	-	3 201	392	3 593
1980	-	-	3 201	404	3 605

(1) Excluida la depreciación e incluido el costo del capital de trabajo (10% por año).

(2) A partir del 6º año no se pagan royalties.

(3) 38,9% sobre la utilidad bruta.

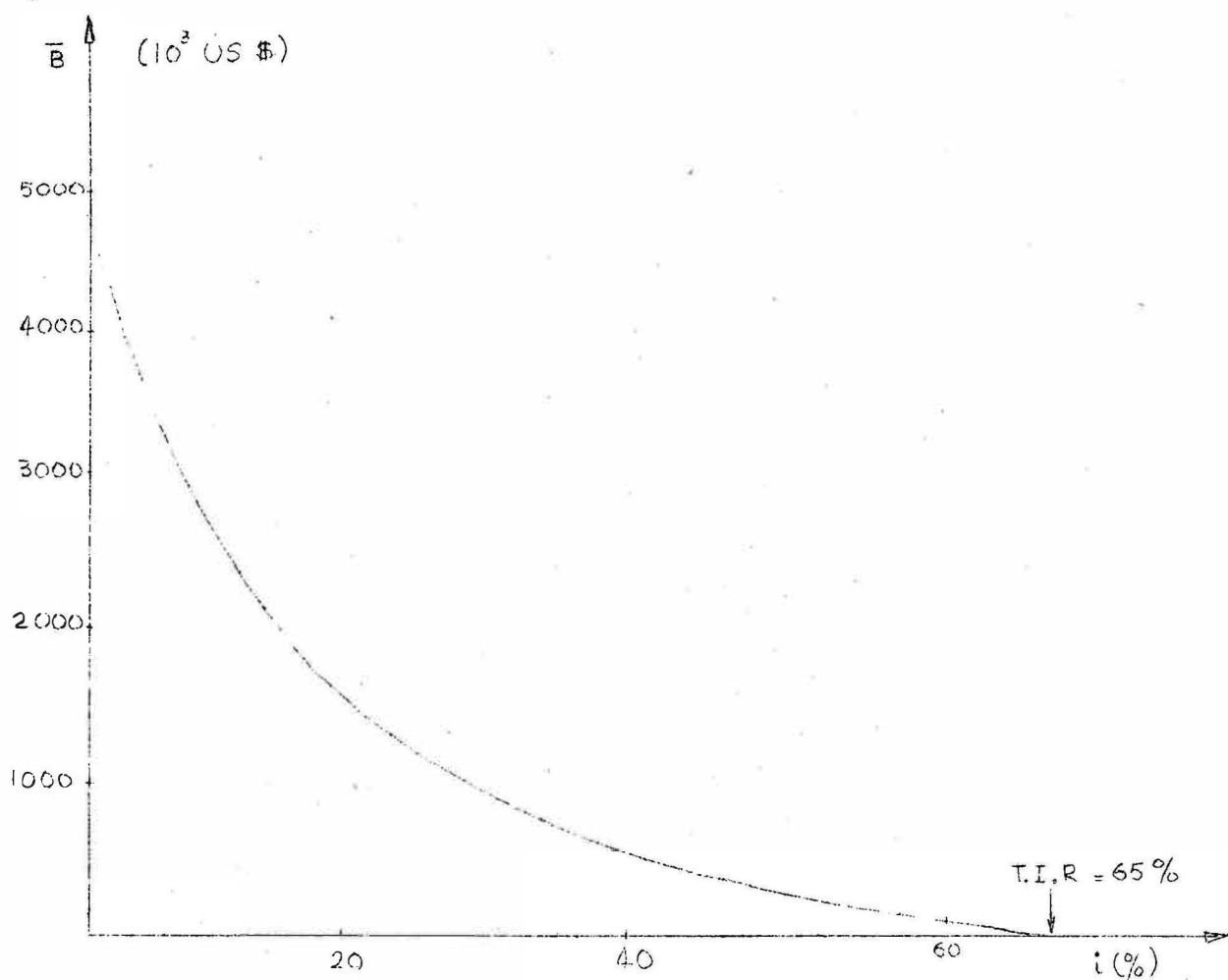
3.3.2 - Ingresos (Cifras en miles de US\$)

A Ñ O	VENTAS EN CHILE	VENTAS AL PERU	CRÉDITO CORFO	INGRESOS TOTALES
1970	-	-	275	275
1971	2 440	527	-	2 967
1972	2 668	1 237	-	3 905
1973	2 880	1 050	-	3 930
1974	3 040	916	-	3 956
1975	3 258	773	-	4 031
1976	3 540	538	-	4 078
1977	3 840	354	-	4 194
1978	4 140	179	-	4 319
1979	4 400	11	-	4 411
1980	4 440	-	-	4 440

3.3.3 - Tasa Interna de Retorno

A Ñ O	INGRESOS - EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS (ACTUALIZADOS)		
		i = 20%	i = 40%	i = 60%
1970	- 475	- 475	- 475	- 475
1971	338	282	241	212
1972	329	228	168	128
1973	347	201	122	85
1974	366	176	95	46
1975	415	171	77	33
1976	576	204	77	28
1977	640	188	61	20
1978	719	164	49	14
1979	818	158	40	10
1980	835	135	29	6
Beneficio Total Actualizado:	+ 4 908	+ 1 432	+ 484	+ 107

"TASA INTERNA DE RETORNO"
(Rentabilidad Privada)



3.4 - Rentabilidad de Capital Extranjero en el Proyecto

En este punto se calcula la rentabilidad, medida a través de la tasa interna de retorno, que obtiene el capital extranjero involucrado en el proyecto, es decir, la empresa extranjera CHEMICARB.

Cabe hacer notar que no están contabilizados entre los egresos los gastos que CHEMICARB realiza por concepto de investigación ya que evidentemente esa investigación, no ha sido realizada con miras a este proyecto pequeño, sino a los proyectos de muchísimo mayor tamaño que CHEMICARB ha desarrollado en otros países.

3.4.1 - Egresos e Ingresos (Cifras en miles de US\$)

A Ñ O	EGRESOS INV. APORTES DE CHEMICARB (1)	INGRESOS		INGRESOS - EGRESOS
		Utilidad de CHEMICARB (2)	Royalties (3)	
1970	375	-	-	- 375
1971	-	46	87	133
1972	-	50	124	182
1973	-	63	124	187
1974	-	68	124	192
1975	-	82	124	206
1976	-	129	124	253
1977	-	152	124	276
1978	-	175	124	299
1979	-	193	124	317
1980	-	198	124	322

(1) US\$ 275.000 en dinero y US\$ 100.000 en asistencia técnica y know - how.

(2) 50% de la utilidad neta menos 37,5% de impuesto al remesarla al exterior.

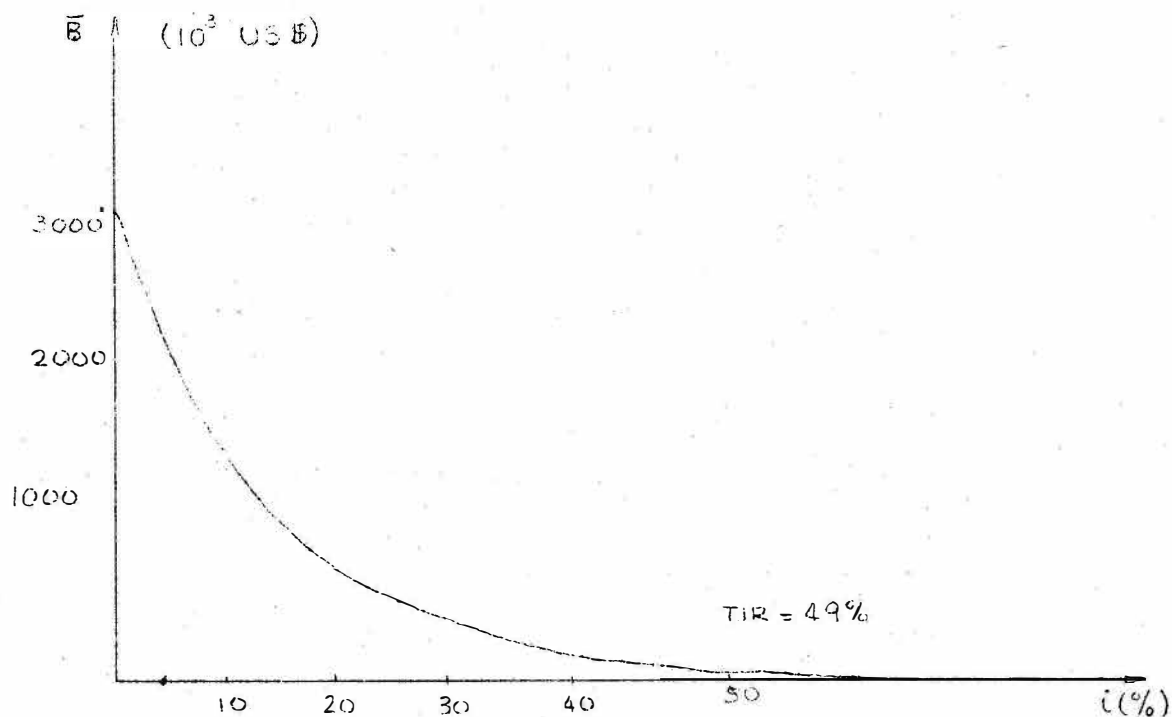
(3) 1,64 centavos de US\$ por kg. de producto vendido, menos un 37,5% de impuesto al remesarlo hacia el exterior.

3.4.2 - Tasa Interna de Retorno

AÑO	INGRESOS -EGRESOS	INGRESOS - EGRESOS (ACTUALIZADOS)		
		i = 20%	i = 30%	i = 50%
1970	- 375	- 375	- 375	- 375
1971	133	111	102	89
1972	182	126	108	81
1973	187	108	85	56
1974	192	93	67	38
1975	206	85	56	27
1976	253	89	52	22
1977	276	81	44	16
1978	299	68	37	16
1979	317	61	30	8
1980	322	52	23	6
	+ 3 153	+ 499	+ 229	- 16

"TASA INTERNA DE RETORNO"

(Rentabilidad emp. ext.)



3.5 - Efecto Sobre los Ingresos Fiscales

En este punto se calcula la diferencia entre los ingresos fiscales en caso de construirse el proyecto y en caso de que éste no sea llevado a cabo.

Como se observa más adelante, el resultado es desfavorable para el fisco, pero cabe hacer la observación que en un país como Chile, con una protección aduanera en general muy alta, la mayoría de los proyectos de substitución de importaciones tienen un efecto similar.

3.5.1 - Ingresos Fiscales en Caso de no Llevarse a Cabo el Proyecto

AÑO	DERECHOS DE IMPORTACIÓN (1) (Miles de US\$)
1971	1 140
1972	1 260
1973	1 405
1974	1 505
1975	1 610
1976	1 760
1977	1 900
1978	2 050
1979	2 185
1980	2 195

(1) 90% sobre el valor CIF de las importaciones, que serían iguales al total de la demanda interna.

3.5.2 - Ingresos Fiscales en Caso de Realizarse el Proyecto (Cifras en Miles de US\$)

Los insumos importados, según lo plantea el proyecto, no pagarían derechos aduaneros y serían importados directamente por la empresa UNITQUIM.

Los ingresos fiscales en este caso son los siguientes:

AÑO	IMPUESTO SOBRE ROYALTIES (1)	IMPUESTO SOBRE UTILIDADES (2)	IMP. SOBRE INGRESAS DE UTILIDADES (3)	IMP. SOBRE BS. RAÍCES Y OTROS (4)	TOTAL
1971	54	93	27	27	201
1972	75	116	35	36	264
1973	75	120	30	36	277
1974	75	138	41	36	290
1975	75	167	49	36	327
1976	75	253	77	36	451
1977	75	308	91	36	510
1978	75	356	105	36	572
1979	75	392	115	36	618
1980	75	404	119	36	634

(1) 37,5% sobre el valor de los royalties.

(2) 38,9% sobre la utilidad bruta.

(3) 37,5% sobre la utilidad neta remesable.

(4) 1% sobre los costos totales (estimación por exceso).

3.5.3 - Menores Ingresos Fiscales al Realizarse el Proyecto (Cifras em Miles de US\$)

AÑO	INGR. FISCALES EN CASO DE NO HACERSE EL PROYECTO	INGR. FISCALES EN CASO DE REALIZARSE EL PROYECTO	DIFERENCIA
1971	1 140	201	939
1972	1 260	264	996
1973	1 405	277	1 128
1974	1 505	290	1 215
1975	1 610	327	1 283
1976	1 760	451	1 309
1977	1 900	510	1 390
1978	2 050	572	1 478
1979	2 185	618	1 567
1980	2 195	634	1 561

3.6 - Conclusiones

Es interesante discutir en forma breve los alcances que tiene cada uno de los valores calculados, en las decisiones sobre la realización del proyecto.

En primer término, el criterio de comparación del costo social de generar US\$ 1 con el valor social de la divisa es consecuente con un criterio de beneficio social del proyecto, y ya ha sido analizado en los puntos 1 y 2 de este documento.

No es evidente, sin embargo, el interés que puede tener el cálculo de la rentabilidad de la empresa extranjera y el de los efectos sobre los ingresos fiscales. La estimación de la rentabilidad que obtiene la empresa extranjera es un elemento valioso para las negociaciones que realizan las empresas nacionales con dicha empresa. Al respecto, no quiere decir esto que un proyecto que signifique una alta rentabilidad para el exterior no deba ser realizado.

Puede ser interesante para el país si acaso significa un beneficio, medido desde el punto de vista social, o si la empresa extranjera introduce alguna tecnología interesante o bien significa la apertura de algún mercado externo.

Desde un punto de vista social, el efecto sobre los recursos fiscales es un aspecto que no debería importar por cuanto se trata de transferencias internas de la economía y no debería comprometer la realización e no realización del proyecto. Sin embargo, para el Estado no son indiferentes nos as pectos:

i) Que sus recursos fiscales se vean disminuídos y que existe un precio político a la imposición de nuevos impuestos que vendrían a compensar los menores ingresos.

ii) Desde el punto de vista distributivo tampoco es indiferente para el Estado, quien capta en definitiva estos recursos que deja de percibir.

Por último, el conocimiento de la rentabilidad privada corresponde a una situación real para la empresa privada que realizará el proyecto.

ANEXO 1

PRODUCCION Y VENTAS EN CHILE Y PERU

AÑO	PRODUCCION (ton)	AL MERCADO CHILENO (tons)	AL MERCADO PERUANO (ton)	VALOR VENTAS CHILE (x) (Miles US\$)	VALOR VENTAS PERÚ (x) (Miles US\$)
1971	8 500	6 230	2 170	2 440	527
1972	12 000	6 910	5 090	2 668	1 237
1973	12 000	7 680	4 320	2 880	1 050
1974	12 000	8 230	3 770	3 040	916
1975	12 000	8 620	3 180	3 258	773
1976	12 000	9 600	2 400	3 540	538
1977	12 000	10 400	1 600	3 840	354
1978	12 000	11 200	800	4 140	179
1979	12 000	11 950	50	4 400	11
1980	12 000	12 000	-	4 440	-

(x) El precio de venta interno es de US\$ 369.34/ton. y el precio al Perú es de US\$ 243/ton.

ANEXO 2

INVERSIONES

	US\$ EQUIVALENTE	
	Moneda Nacional	Moneda Extranj.
A - Inversión fija		
1) Terreno Industrial	50 000	-
2) Obras civiles a	82 000	-
3) Equipos importados	-	275 000
4) Equipos nacionales (incluyendo montaje)		
a) de producción	196 000	-
b) instalaciones auxiliar	84 000	-
5) Gastos de ingeniería, de detalle, supervisión, varios o imprevistos	238 000	-
6) Asistencia técnica y know-how (1)	-	100 000
Total inversión fija:	650 000	375 000
B - Capital de explotación (a plena capacidad)	410 000 (2)	-
INVERSION TOTAL:	1 060 000	375 000

(1) No constituye aporte de dinero fresco, sino en una forma de participación en la estructura del capital social de la nueva compañía.

(2) En el primer año de operación el capital de explotación alcanzará a US\$ 280 000.

ANEXO 3

FINANCIAMIENTO DE LA INVERSIÓN

CHEMICARB : Aporte US\$ 100.000 en know-how y asistencia técnica y US\$ 275.000 en dólares que serán internados a través del DFL 258.

DETERNAC : Aporta US\$ 150.000 en moneda nacional.

PEREZ : Aporta US\$ 150.000 en moneda nacional.

CORFO : Aporta US\$ 75.000 en moneda nacional.

Además, caución solidaria para crédito adquisición maquinaria importada, por US\$ 275.000, que se pagará en un período de 7 años (incluyendo un año de gracia), con un interés del 7% sobre los saldos insolutos.

ANEXO 4

COSTOS DE PRODUCCIÓN

(Producción 12.000 tons/año)

	US\$/ton. DE PRODUCTO
A - <u>Costos variables</u>	
Olefinas	145.0
Benceno	43.0
ALCL ₃	27.6
Otras materias primas	9.9
Vapor	7.5
Electricidad	0.66
Fuel-Oil	5.5
Royalties	16.54
Flete	2.5
Valor subproductos	(- 11.0)
Total costos variables :	<u>247.40</u>
B - <u>Costos fijos</u>	
Mano de obra	8.0
Supervisión	2.0
Mantenimiento	4.0
Laboratorio	1.0
Gastos indirectos de fabricación	2.9
Seguros, Impuestos, Bs. Raíces, Imprevistos	2.3
Gastos administración e investigación	12.0
Depreciación	17.0
Total costos fijos :	<u>49.20</u>

ANEXO 5

SUPUESTOS ACERCA DE LA DESCOMPOSICION
DEL VALOR DE LOS INSUMOS INTERMEDIOS

Olefinas : Importadas hasta 1974 inclusive; después, nacionales, con una componente importada del 30% y nacional del 70% (1).

Fuel-Oil : Importado 40%, impuestos 50%.

Vapor : Fuel-Oil 80%, factores nacionales 20% (1).

Administración e investigación : Se ha supuesto 1/3 nacional (1) importada.

Mano de obra : A precio social igual al precio de mercado.

Benceno : Hasta 1974, 1/3 nacional y 2/3 importado. Desde 1975, 1/2 nacional y 1/2 importado. Condicionado a ampliación de Coquería de C. A. P. en ese año.
El benceno importado está valorado a 91 US\$/ton y el benceno nacional, cuyo uso alternativo es como combustible, ha sido valorado al precio CIF del petróleo combustible (US\$ 17.31 / ton.), que tiene un valor de combustión aproximadamente semejante.

(1) Para la componente nacional se ha supuesto que el costo social es igual al precio de mercado.

CURSO DE EVALUACION DE PROYECTOS

Prof Arnold C Harberger

3ª PARTE

EVALUACION DE ALGUNOS TIPOS DE PROYECTOS

CURSO DE EVALUACION DE PROYECTOS

Por el Prof. ARNOLD C HARBERGER

TERCERA PARTE - EVALUACION DE ALGUNOS TIPOS DE PROYECTOS

<u>Contenido</u>	<u>página</u>
<u>Evaluación de Proyectos de Carreteras</u>	
Introducción	52
Medición de los beneficios de proyectos de carreteras	53
Beneficios indirectos	57
Aumentos en el valor de los terrenos	61
Otros aspectos de la evaluación de los caminos	63
a) Variaciones en los gastos de conservación de las carreteras	63
<u>Evaluación de Proyectos de Energía Eléctrica</u>	64
Introducción	64
Determinación de la conveniencia o no de aumentar la capacidad del sistema eléctrico	66
Evaluación de distintos tipos de proyectos de energía eléctrica	68
a) Proyecto hidroeléctrico de agua fluyente	68
b) Proyecto hidroeléctrico de represa de acumulación diaria	69
c) Proyecto de represa de almacenaje de agua	69
Medición de beneficios de una planta cuando hay capacidad generadora de distintos costos de operación	72
Unificación de los ahorros de costos de operación con el concepto de recargo en la punta.	77
Cálculo del recargo	78
Critica a la política de precios de energía eléctrica artificialmente bajos	79
<u>Evaluación de Proyectos de Educación</u>	
Medición de la TIR en un programa de educación	83
Ajustes en la estimación de costos y beneficios para corregir errores implícitos	85
a) Por arriendo implícito de los edificios	85
b) Ajuste por ingresos percibidos en período de estudios	85
c) Corrección por edad de los individuos	86
d) Corrección por posible desempleo	86

<u>Contenido</u>	<u>página</u>
e) Ajuste por perspectivas de crecimiento en el salario normal de las personas	87
Estudio de determinados proyectos específicos de educación	89
a) Caso de nuevas carreras	89
b) Caso de ciertos tipos de proyectos individuales	89
La educación y el desarrollo económico	90
<u>Evaluación de Proyectos de Regadío</u>	96
Introducción	96
Aumento de valor de los terrenos a causa de la puesta en riego	97
Cálculo de los beneficios derivados de un proyecto de regadío	97

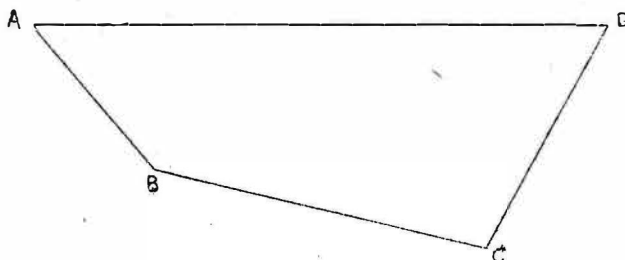
EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE CARRETERAS

INTRODUCCIÓN

Es preciso distinguir entre carreteras de penetración y las mejoras de carreteras ya existentes.

Llamamos carretera de penetración aquella que se realiza en un terreno donde antes no había medios de comunicación, salvo algunos de tipo excepcional como helicóptero, burro, etc. Como ejemplo tendríamos una carretera forestal, o una desde Brasilia hacia el Oeste. En este caso la determinación de los beneficios es muy difícil y grosera.

Son proyectos de mejoras de carreteras ya existentes la inmensa mayoría de los casos. Pueden distinguirse dos posibilidades, a) mejora de un camino ya existente como por ejemplo convertir una pista de tierra en otra con firme de macadam, b) hacer una nueva carretera que vincule directamente lugares que antes lo eran indirectamente. Como ejemplo sería la carretera entre las ciudades A y D.



También dentro de la rúbrica de mejoras de carreteras podría distinguirse según que se trate de acceso o no a las grandes ciudades, pues se nos plantean problemas especiales de congestión.

Antes de entrar en el estudio de los beneficios directos e indirectos de las carreteras hagamos algunas observaciones generales:

- 1) Los principales beneficios están directamente relacionados con el volumen de tráfico;
- 2) Así pues, normalmente, los tramos de un camino que tienen más tráfico deben ser mejorados antes que los demás.
- 3) Hablando de un tramo dado, con un volumen de tráfico constante a lo largo de él, se puede decir que pavimentando la mitad, se obtiene la mitad de beneficio que si se hiciera todo de un golpe.

Por otra parte es interesante tratar de llegar a cifras sencillas que nos indiquen, aunque sea aproximadamente, cuando es conveniente realizar el proyecto.

Así, si suponemos que un determinado proyecto tiene un beneficio neto de \$ 35.400 año/km. podremos calcular cuál es el costo crítico a partir del cual interesa realizar la mejora.

O sea dado el perfil de beneficios es posible hallar los costos que aplicados al período de construcción y actualizados ambos a la tasa de descuento de la economía nos den un valor neto nulo. En este caso si la tasa fuera del 10% el costo crítico sería de \$ 354.000 km. (en el supuesto de un año de construcción).

Después de ver, por comparación, si vale la pena o no el realizar un proyecto deberíamos estudiar si es mejor empezarlo este año o el otro.

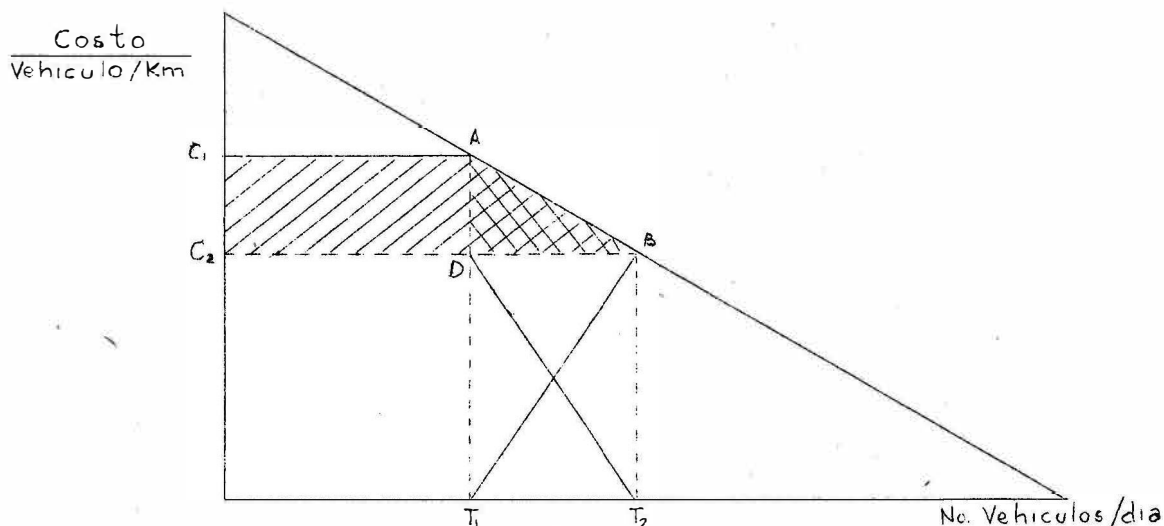
Lo que antes hemos visto puede ser puesto de otra manera. Supongamos que el costo de hacer una mejora, por ejemplo pasar de grava a concreto, es de \$ 250.000 km.; podemos entonces preguntarnos cuál es el volumen crítico de tráfico que justifica la mejora con los beneficios que ocasiona, esta cifra podría ser de 750 vehículos diarios. Entonces si el tráfico es igual o mayor interesará realizar el proyecto, en caso contrario no.

Es sumamente importante señalar que estos volúmenes críticos de tráfico varían fuertemente según los diferentes países, debido tanto a las variaciones de los beneficios (especialmente en el valor del tiempo) como en los costos.

MEDICIÓN DE LOS BENEFICIOS EN LOS PROYECTOS DE CARRETERAS

En términos generales podemos considerar que todo proyecto carretera consiste en tratar de bajar los costos de transporte y además por medio de la baja de costo, aumentar el tráfico.

Imaginemos una curva de demanda de transporte entre dos lugares:



Si realizo una mejora del camino el costo baja de C_1 a C_2 el tráfico pasará de T_1 a T_2 . El volumen de tráfico nuevo estará compuesto por el tráfico que ya existía T_0 T_1 y además por un aumento T_1 T_2 debido a la mejora. En este aumento cabe distinguirse a) Tráfico generado: es decir que no existiría si no hubiera la mejora; b) Tráfico absorbido: que antes circulaba por otras carreteras y ahora pasa a ésta.

Los beneficios directos que obtenemos son:

- El ahorro de costos de tráfico ya existente. Area ADC_1C_2 .
- Beneficio de tráfico provocado por la mejora que es igual al area ABD_2 , es la diferencia entre el beneficio bruto ABT_2T_1 y el costo DBT_2T_1 .

Ahora podemos plantearnos la pregunta de cómo medir los costos por vehículo km. Para ello es preciso conocer qué tipos de costos hay que considerar y luego valorarlos.

Los tipos de costos son:

1) Costos de operación: es decir consumo de gasolina, aceite, uso de llantas, etc. El Banco Mundial ha terminado un estudio de Jan de Weille donde se trata de resumir toda la información disponible de los costos de uso según las características de los vehículos y de los caminos.

2) Costos de manutención del vehículo.

3) Ahorro por reducción de accidentes: En el Japón se han realizado estudios muy detallados de costo medio por accidente y número medio de accidentes provenientes por mejoras de un tipo dado.

4) Ahorro de tiempo de los vehículos mediante el aumento de velocidad de marcha. Además de estos beneficios hay que contar los indirectos y ahorros en gastos de conservación del camino, pero aquí no los incluimos pues no entran en el costo por km.

Pasemos a ver un caso práctico:

Supongamos que tenemos un camino de grava y en donde la velocidad promedio es de 20 km/hora.

Pensamos sustituir ese camino por uno de concreto en el que la velocidad es de 50 km/hora.

Necesitamos realizar una estimación de lo que vale el vehículo/hora.

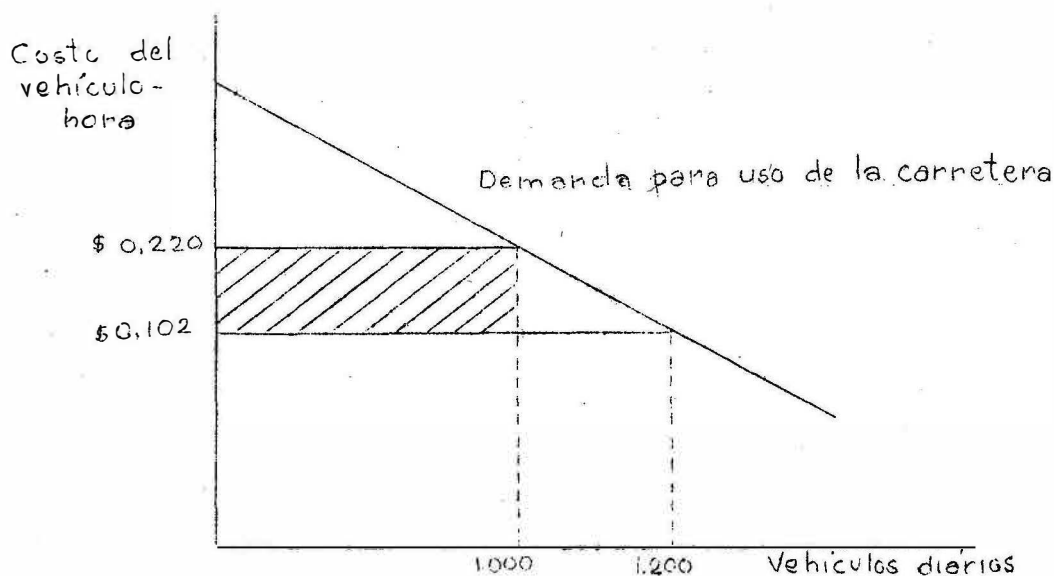
	<u>Grava</u>	<u>Concreto</u>
Gasolina	0,03	0,02
Aceite y llantas	0,02	0,015
Manutención vehículo	0,015	0,005
Accidentes	0,005	0,002
Tiempo	0,15	0,06
	<u>0,220</u>	<u>0,102</u>

El costo de la gasolina debe ser el social, es decir impuestos excluidos.

El costo de tiempo es el valor del tiempo de las personas y se estima teniendo en cuenta el salario medio y el No. de personas por vehículo.

Del cuadro anterior se desprende que hay un ahorro de 0,118 por vehículo km.

Gráficamente:



Si el volumen actual de tráfico es de 1000 vehículos diarios, el beneficio que produciría el proyecto es solo en días hábiles entonces tenemos $118 \times 1000 = 118$ por km. y día.

Supongamos que este tráfico es solo en días hábiles entonces tenemos $118 \times 300 = \$ 35.400$ por km. por año.

En la realidad el cálculo podría ser más refinado, ya que el ahorro de costos por vehículo-km. varía según el volumen de tráfico, y éste variará durante el día e incluso según la estación del año.

De todas formas al hacer la proyección de los beneficios de una carretera hay que tomar en cuenta el crecimiento del tráfico esperado en el futuro. Además puede ocurrir que al crecer el tráfico el costo por vehículo-km. cambie a lo largo del tiempo debido a la congestión paulatina que ocurriría en el camino.

Por ejemplo en el camino de grava al variar el tráfico las variaciones de velocidad son las siguientes:

1 000	20 km/hora
1 200	18 km/hora

Si el camino fuera de concreto estas variaciones quizás fueran:

1 000	50 km/hora
1 200	49 km/hora

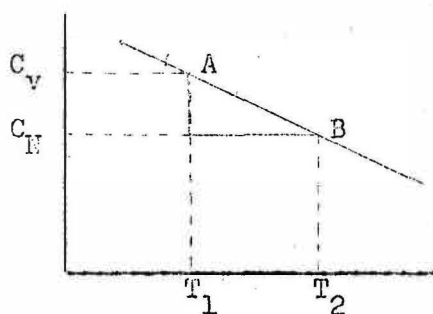
Observamos que la reducción de velocidad ocasionada por un aumento del tráfico es menor en un camino de concreto.

Así pues los beneficios provenientes de la pavimentación del camino de grava aumentan a través del tiempo.

Además de los beneficios antes vistos puede haber en determinados casos particulares otros tipos de ellos, así en el transporte de tomates, huevos, etc. el costo de embalaje de los mismos no es lo mismo para una carretera de grava que para una autopista.

Otro caso sería el del pescado, si el camino es bueno y se va rápido no es preciso instalaciones de refrigeración en los camiones mientras que si se va despacio sería imprescindible.

Pasamos a ver otro tipo de beneficios, el representado por el triángulo ABC de la figura:



Aquí hay que distinguir dos casos:

Si se trata de un camino de mejora, es relativamente fácil conocer la altura (ahorro de costos por vehículo/km) pero la estimación de la base del triángulo, es decir del tráfico adicional, es mucho más difícil y tenemos que recurrir a estimaciones groseras. De todas formas viendo el rectángulo ACC_nC_v mucho mayor que el triángulo ABC, podremos aceptar estimaciones burdas del tráfico adicional sin que ello nos varíe sensiblemente el cálculo.

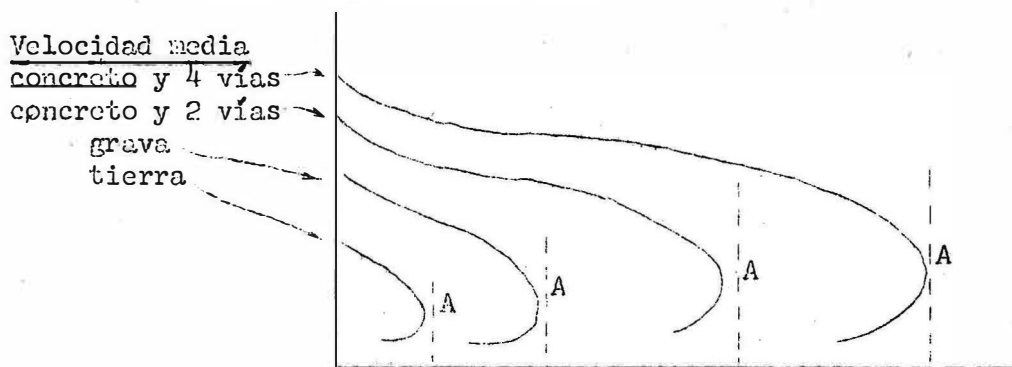
En los caminos de penetración todo el beneficio es del tipo triángulo por ser los costos viejos (C_v) muy grandes y generalmente difíciles de estimar y por no existir tráfico antiguo; es decir del triángulo desconocemos la base y la altura y por ello los errores pueden ser grandes.

Beneficios indirectos

Vamos a estudiar ahora un tipo de beneficios que es de gran importancia en los caminos de acceso a las ciudades y de no tanta en las vías de comunicación entre ciudades.

Como sabemos el tráfico adicional puede ser, a) generado por la mejora, b) desviado de otros caminos. En este último caso aparece un cierto beneficio social extra por descongestión de estos otros caminos.

Es interesante señalar que mediante diversos estudios se han llegado a determinar experimentalmente las siguientes curvas, midiendo hora por hora el No. de vehículos y la velocidad media.



Se observa que la inclinación de las curvas es más plana, es decir que la pérdida de velocidad con el aumento de tráfico es menor en las superiores que en las inferiores.

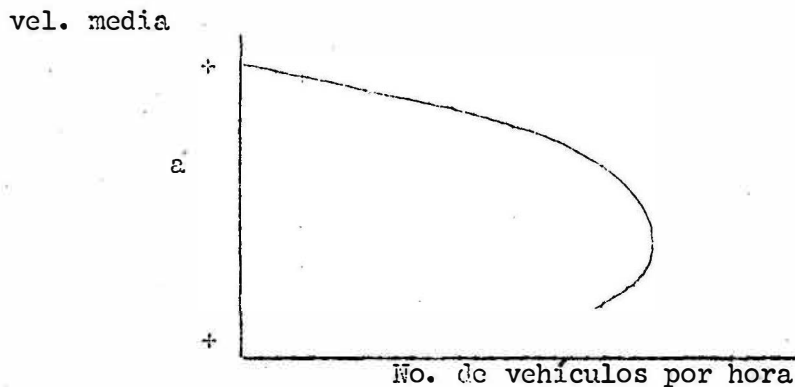
Por otra parte la velocidad media a tráfico nulo es mayor en los caminos de mejor calidad.

Estas curvas tienen puntos λ llamados de congestión absoluta, en donde a partir del cual si tratan de entrar más vehículos, disminuye la velocidad y el No. de los mismos por congestión.

Finalmente diremos que las partes más interesantes de estas curvas son las lineales.

Al entrar un vehículo más en el camino, la velocidad media baja, no sólo el experimenta un aumento de costo sino que el tráfico antes existente también tiene un aumento de costo al disminuir su velocidad, hecho que no percibe el conductor adicional como costo privado.

Para un tipo de camino dado tendremos una curva como esta,



Podemos describir la parte lineal de la curva algebraicamente así:

$$V = a - bN$$

Cuál será el costo total en términos de tiempo por vehículo para pasar un km.?

Si valoramos la hora en \$100 y se va a 50 km/h el costo será de \$2/km.

Es decir si H es el valor de la hora y V la velocidad, tendremos que $\frac{H}{V}$ será el costo privado del tiempo por vehículo consumido en atravesar 1 km. a una velocidad de V.

Luego para todos los vehículos, si N es el No. de vehículos, el costo total será igual a $\frac{N \cdot H}{V}$

Veamos cómo cambia este costo total al cambiar el No. de vehículos. Para ello tomamos

$$\frac{\partial \left[\frac{N \cdot H}{V} \right]}{\partial N} = \frac{V \cdot H - N \cdot H \frac{\partial V}{\partial H}}{V^2} \quad \text{pero}$$

$\frac{\partial V}{\partial H} = -b$ luego esto será igual a $H \left[\frac{V + bN}{V^2} \right] = \frac{Ha}{V^2}$ que es precisamente el costo social marginal que provoca un vehículo más al atravesar el terreno.

Este costo social marginal incluye el mayor costo que la entrada de más vehículos en el camino impone a los demás.

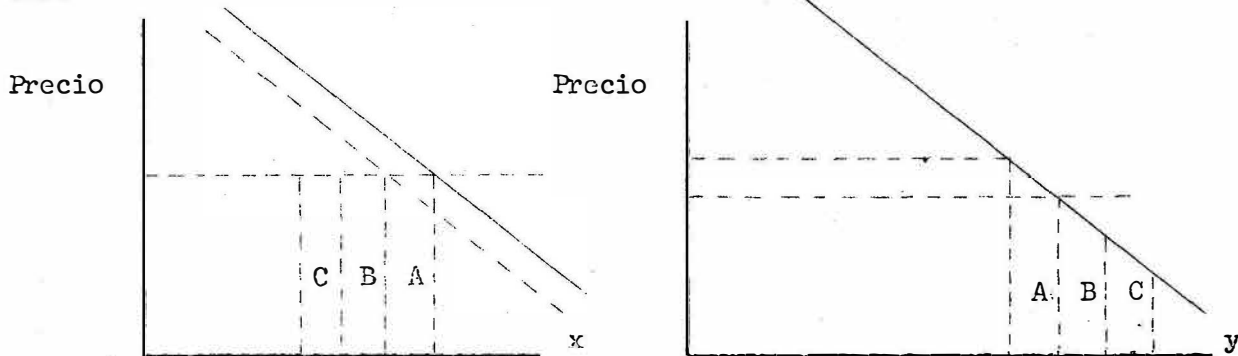
$$\text{Tenemos } \frac{\text{Costo social} - \text{costo privado}}{\text{costo privado}} = \frac{\frac{Ha}{V^2} - \frac{H}{V}}{\frac{H}{V}} = \frac{a-V}{V}$$

que es el llamado déficit relativo de velocidad.

Este déficit se podrá calcular fácilmente en un camino dado si conocemos la velocidad media a para volúmenes muy bajos o nulos de tráfico y la velocidad media V correspondiente al volumen de tráfico existente.

Antes de continuar hagamos un inciso y veamos un teorema fundamental de la teoría de los precios.

Sean dos bienes x e y , supongamos que estamos en el punto de equilibrio



Si disminuye un poco el precio del bien y , la curva de demanda del bien x disminuye, de tal forma que decrece la cantidad poseída de x y aumenta la de y .

Al seguir reduciendo el precio de y va aumentando su demanda y disminuyendo la de x , es decir hay un trasvase de poder de compra de los distintos tipos de gente que se encuentran en situación marginal.

Entonces el área $A+B+C$. . . del bien y es igual a $A+B+C$. . . del bien x , este es precisamente el contenido del teorema.

Si tuviéramos más de una clase de bienes, de los que se desplaza de manda hacia el bien y también se cumpliría que la suma de las áreas de los bienes que pierden demanda es igual a la de los que la ganan.

Volviendo a las carreteras puede decir que si hago una mejora en la carretera y de tal forma que desciendo el costo de transporte, el tráfico desviado de otras carreteras X, será tal que también se cumplirá la igualdad de áreas, es decir de beneficios privados.

Veamos un caso práctico: Supongamos dos carreteras Y y Z que transfieren tráfico a otra X. Vamos a determinar el ahorro en el costo de transporte en otros caminos, debido a descongestión al pasar parte de su tráfico al nuevo camino.

Expresemos este ahorro como un porcentaje (DV) del costo de tiempo de los vehículos desviados.

Sea: W_i el porcentaje del aumento de tráfico en X que se ha desviado del camino i .

$$DV_i = \frac{v_i - V_i}{V_i} \text{ el déficit porcentual de velocidad en el camino}$$

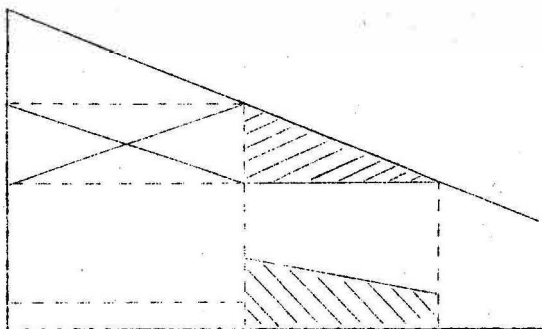
Entonces la fórmula general será $\sum_i W_i (DV_i)$

Veamos un caso práctico,

	W_i	DV_i	
Tráfico desviado de Z	20%	30	6
Tráfico desviado de X	30%	50	15
Tráfico generado	50%	0	
	100%		21%

Entonces para llegar al valor total porcentual del costo habría que multiplicar 21% x $\frac{\text{costo tiempo}}{\text{costo total privado}}$. Si esta última fracción fuera por ejemplo de 70%, tendríamos en total $0,21 \cdot 0,70 = 0,147\%$.

Representando gráficamente todos los beneficios sería





Es el beneficio directo percibido por el tráfico antiguo.



Beneficio directo percibido por el tráfico nuevo.



Beneficio indirecto percibido por los que permanecen en los caminos antiguos y es debido a la descongestión originada por el camino mejorado.

La forma de calcular estos beneficios sería:

1º Empiezo por una estimación de costo antes y de la mejora y después a base del volumen de tráfico que esperamos va a existir determino el costo nuevo, conocido además el tráfico anterior ya puedo calcular este beneficio.

2º Trato de estimar el aumento de tráfico debido a la mejora y con las diferencias de costos puedo calcular el área del triángulo.

3º Estimo en qué porcentaje este aumento nuevo de tráfico es desviado de otros caminos (W_i) y para estos otros caminos calculo los valores de (DV_i). Así hemos llegado antes a calcular el 14,7% que tomado sobre cada costo (el antiguo y el nuevo) y conocido el tráfico nuevo puedo determinar este beneficio.

AUMENTOS EN EL VALOR DE LOS TERRENOS

Muchas veces se ha afirmado que hay además otro beneficio que es el aumento de valor de los terrenos cercanos al camino.

Sin embargo estas mejoras, salvo algunas de tipo excepcional, ya están incluidas en nuestro cálculo, como veremos, y computarlas además como incremento de valor de los terrenos sería contar dos veces.

Ejemplo: Con motivo de la realización de camino, terrenos que antes eran agrícolas se convierten en urbanos con lo que aumenta mucho su valor.

El hecho de que sean urbanos es debido a que el acceso al centro se realiza más fácilmente que antes, con lo que disminuyen los costos de transporte y precisamente el valor de este ahorro de costos capitalizado produce el aumento de valor de los terrenos.

Llegados a este punto cabe preguntarse si sería posible el utilizar el aumento de valor de los terrenos como sistema de medida alternativa del anterior.

Normalmente no, por varios motivos:

- Hay mucho tráfico ya existente que no afecta sensiblemente al aumento de valor de los terrenos. Ej: Viajes de larga distancia que van al centro de la ciudad.

- El aumento de valor no toma en cuenta el beneficio de descongestión de otros caminos.

- Existe un problema fundamental en medir el aumento de valor de los terrenos, pues es indudable que dicho valor es influido además de por la mejora del camino por muchos otros factores como por ejemplo: el aumento de población, la ubicación de nuevas fábricas o suburbios, etc. Es por ello difícilísimo aislar de los cambios observados en el valor de los terrenos aquellas partes de esos cambios debidas a mejoras viales.

También puede ocurrir que al construir una carretera los terrenos no aumenten nada de valor, pues al ser esperada esta obra hace ya tiempo, estas expectativas se habían traducido en capitalización de los futuros beneficios.

Pero a lo anterior hay que señalar un caso donde el aumento de valor de los terrenos sería un procedimiento no del todo malo, para estimar los beneficios del proyecto, este caso es el de carreteras de penetración.

En estos casos no cabe pensar en que los terrenos colindantes se conviertan en urbanos pero sí en agrícolas.

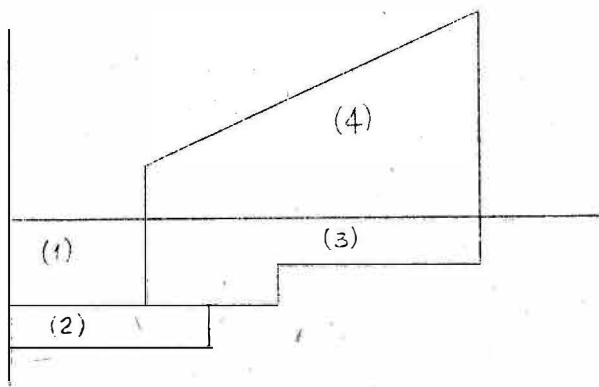
El procedimiento a seguir sería el siguiente:

Se realizaría un catastro en la zona de influencia del camino y de acuerdo con los distintos tipos de terrenos del area, se determinaría el valor que van a tener, con base en el valor de terrenos análogos donde ya existe un camino, así llegaríamos a una cifra de beneficios capitalizados.

Pero hay que tener en cuenta el trabajo de preparar los terrenos y realizar las obras necesarias para ponerlos en explotación.

También existe el peligro de que se hayan producido capitalizaciones de expectativas.

Otro procedimiento sería considerar los flujos anuales de ingresos y gastos; lo que representado gráficamente sería,



- (1) Inversión en el camino
- (2) Inversión en la puesta en explotación de los terrenos
- (3) Aumento de los gastos de operación
- (4) Aumentos brutos de producción agropecuaria.

OTROS ASPECTOS DE LA EVALUACIÓN DE LOS CAMINOS

a) Variaciones en los gastos de conservación de las carreteras

Al estimar los beneficios de un proyecto hay que considerar además de los antes citados el posible ahorro de los gastos de conservación, así por ejemplo si el camino de grava requería 1000 pts/km de gastos anuales de conservación y el camino de concreto requiere 300 pts/km/año, el ahorro de 700 pts/km/año, deberá tenerse en cuenta al medir los beneficios provenientes de la mejora.

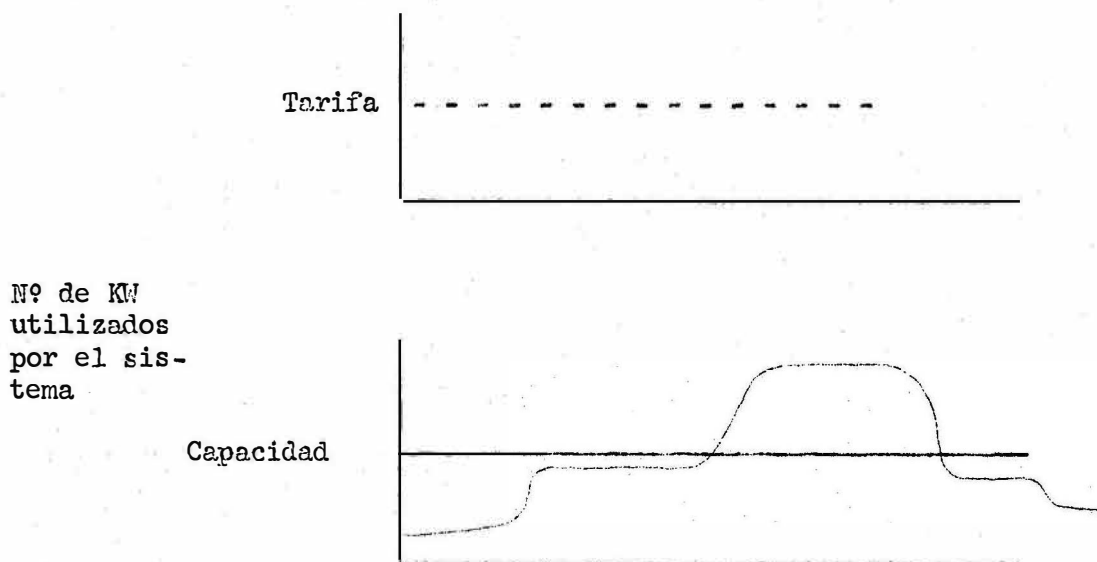
EVALUACION DE PROYECTOS DE ENERGIA ELECTRICA

INTRODUCCION

El problema de la evaluación de proyectos de energía eléctrica está íntimamente ligado al problema de las tarifas a cobrar por dicha energía, por ello los estudiaremos, en gran parte, de forma conjunta.

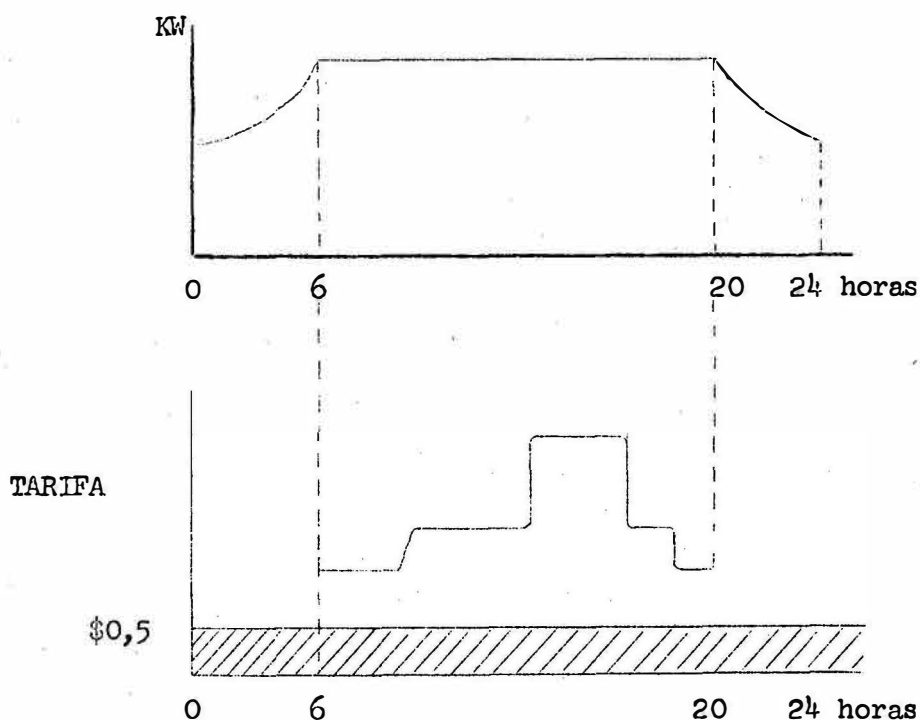
Un hecho de importancia capital es el reconocer que la energía eléctrica económicamente no es un bien homogéneo, es decir que un KW a las 3 de la mañana es una cosa distinta que un KW a las 6 de la tarde.

Imaginemos un sistema tarifario uniforme tal como el de la figura primera, para una determinada capacidad existente y sin pensar de momento en la política de inversión para aumentar la electricidad. Entonces la curva de demanda horaria sería tal como la 2a. figura.



Entonces se nos presenta el problema de que en determinadas horas del día hay un exceso de demanda sobre la capacidad existente y por ello podemos preguntarnos Cómo corregir este exceso de demanda?

Teóricamente con la siguiente tarifa:



No es práctico tener tarifas que nos varíen hora por hora a lo largo del día, pero sí es aconsejable pensar en tarifas que varíen en el día e incluso estacionalmente.

Electricité de France ha establecido un sistema de cinco tarifas, dos para horas punta según sea verano o invierno, dos para horas valle igual que antes y una de punta especial en el invierno de 4 a 6 donde coincide la demanda por luz en las casas y actividad de las fábricas.

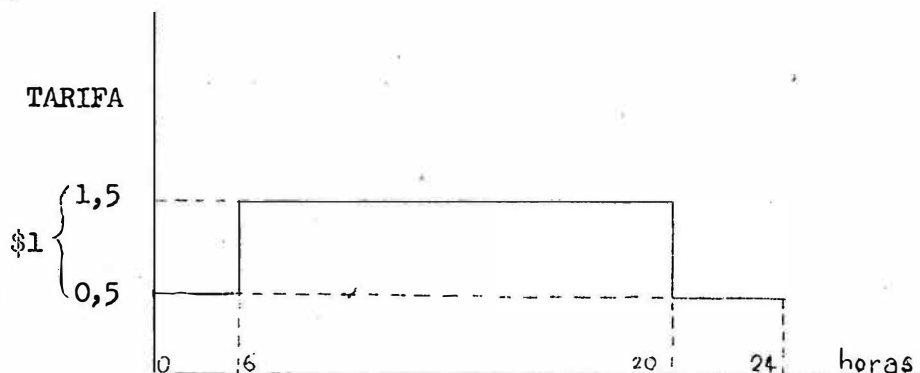
Distinguiremos dos tipos de horas: a) Las puntas, cuando la demanda excede la capacidad del sistema; b) las valle, en donde la capacidad es mayor que la demanda.

En este último caso no existe ningún argumento económico para cobrar más del costo marginal de producción de la electricidad, es decir costo de operación, excluyendo los costos de capital pues existen equipos sobrantes y no hay justificación, por tanto, para frenar la demanda al cobrar una tarifa mas elevada que nos incluya la remuneración del capital.

Así pues sea un sistema energético, que para simplificar suponemos es integramente termoeléctrico y con costos de operación que no varían por KW producido, tales como 0,5 pts. Si existe una tarifa que varía con el tiempo a fin de frenar na distancia, como antes hemos visto, la diferencia entre los costos de operación y la tarifa representará los ingresos atribuibles al factor capital.

DETERMINACIÓN DE LA CONVENIENCIA O NO DE AUMENTAR LA CAPACIDAD DEL SISTEMA ELECTRICO

Supongamos unas tarifas más simples de lo antes visto, tales como las de la figura:



En este caso los ingresos atribuibles al capital serán la diferencia entre el costo de operación y la tarifa de la hora punta (diferencia entre el costo de operación y la tarifa de la hora punta (diferencia que a partir de una hora llamaremos recargo) que es 1 pts. multiplicado por el Nº de horas al año que estamos en situación de punta. Si estas son 2 000 horas año, los ingresos de capital serían 2 000 pts. por KW y año.

Podemos plantearnos si es o no conveniente el aumentar la capacidad de estas circunstancias.

Si un aumento de capacidad cuesta 12 000 pts./KW y la tasa de descuento es del 10%, esto querrá decir que con 1 200 pts. por KW obtenemos ya una remuneración adecuada del capital (además de la tasa de descuento habría que considerar el factor de depreciación) y por ello si realmente obtenemos 2 000 entonces será interesante el aumentar la capacidad.

Pero si los ingresos por recargo fueran de 1 000 entonces no es interesante y la política a seguir sería: esperar a que aumente la demanda y además subir el recargo para contener el exceso de demanda.

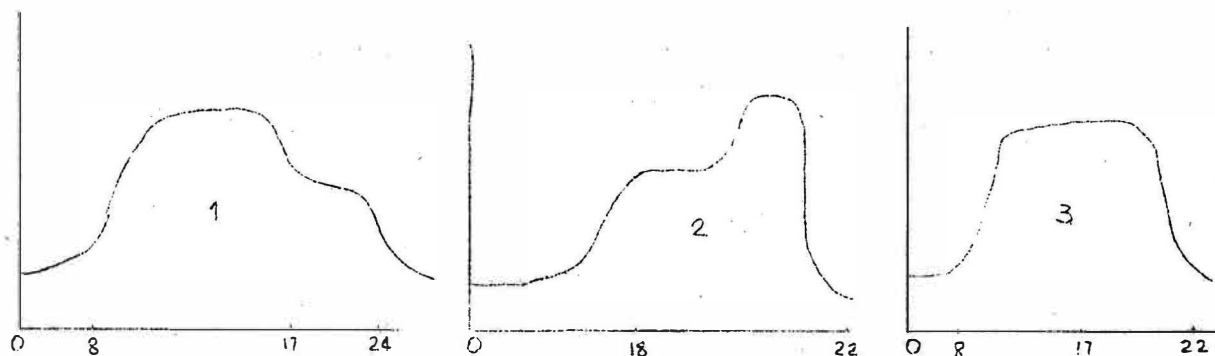
Naturalmente al ir creciendo la demanda año a año y el recargo también, llegará un momento en que ya será rentable el aumentar la capacidad.

La idea general será establecer las tarifas de forma tal que se cobre con estas una suma suficiente para justificar la inversión que estamos haciendo, ni más ni menos.

Si suponemos que el costo del KW de capacidad es de 12 000, la tasa de descuento es de 10% y la depreciación del 3%, necesitaremos una renta por KW de nueva capacidad de 1 560 pts. por ello. Si las horas de punta son 1 000 el recargo deberá ser de 1,56 pts.

Sin embargo la situación variará considerablemente según sea la naturaleza de la demanda final.

En general se distinguen tres patrones típicos de demanda.



Caso 1: La demanda predominante es la industrial y se llama Punta de día.

Caso 2: La demanda predominante es la doméstica y se suele llamar Punta de Luz.

Caso 3: Aquí al cesar la demanda industrial, es sustituida casi en paridad por la doméstica. Suele denominarse punta "Plateau".

Naturalmente estas curvas son para días hábiles pues son originadas por la demanda industrial.

Supongamos ahora que los tiempos punta de estos patrones son:

1º 2 500 horas/año

2º 1 500 " "

3º 4 000 " "

Considerando como el Nº total de horas al año más aproximadamente ... 8 760 horas.

Supongamos que la renta necesaria para compensar la nueva inversiones de unas 1 500 pts/año/KW.

Los recargos necesarios en cada caso serían:

1º de 0,6 pts/KW

2º de 1 pts/KW

3º de 0,375 pts/KW

En todos los casos estos recargos nos dan el rendimiento deseado a la inversión necesaria para aumentar la capacidad.

En todo lo anterior hemos basado las estimaciones del costo de KW en el costo térmico de operación, lo cual podrá servir de base para medir los beneficios de las obras hidráulicas siempre y cuando nos encontremos en un sistema

energético mixto (hidráulico y térmico) en el que cada año se añade algo de capacidad térmica ya que en esta situación podemos considerar el costo térmico como el alternativo del hidráulico.

En resumen, el procedimiento sería: miramos de que tipo es la demanda, cuál es el costo del KW, la tasa de descuento y la de depreciación, así podemos llegar a un rendimiento deseado por la inversión y conocer el Nº de horas al año en las que debemos obtener dicho rendimiento.

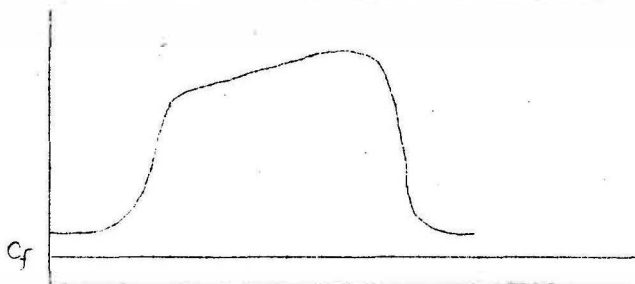
Con todo ello podré determinar las tarifas, que podrían ser a) 1,5 pts. hora punta, b) 0,5 pts. fuera de ella.

EVALUACIÓN DE DISTINTOS TIPOS DE PROYECTOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

a) Proyecto hidroeléctrico de agua fluyente

En este tipo de proyecto hay que utilizar el agua cuando está, esto quiere decir que en un sistema eléctrico cualquiera, la primera capacidad que se utiliza es la de las centrales fluyentes.

Lo anterior lo vemos en la siguiente figura,



Donde tenemos representada la demanda y siendo C_f la capacidad fluyente.

Entonces cuando la demanda es igual o inferior a C_f solamente trabajan estas centrales y a partir de ahí empiezan a trabajar las demás, es decir las centrales fluyentes producen "full time".

Si un proyecto de este tipo va a producir durante el año digamos:

- a) 2 500 h de electricidad que vale 1,5 pts.
- b) 6 260 h de electricidad que vale 0,5 pts.

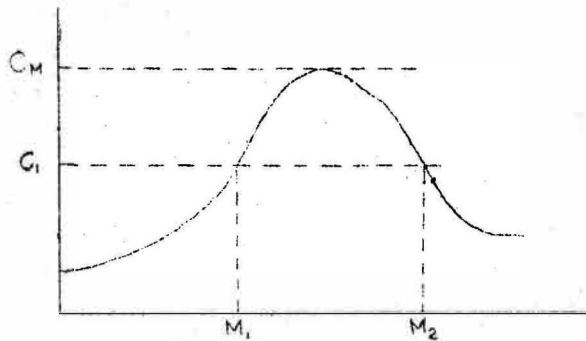
Siendo 0,5 el costo de operación térmico y considerando estos precios como precios a pie de presa,

el beneficio que atribuiríamos a este proyecto sería,

$$3\ 750 + 3\ 130 = 6\ 880 \text{ p.s./KW/año}$$

Probablemente sería menos pues la capacidad fluyente no se va a utilizar todo el tiempo ya que si bien las turbinas funcionan siempre, el flujo de agua del río no es constante.

Si tenemos una curva del caudal del río tal como ésta



Probablemente no se crearía una capacidad tal como la C_M para aprovechar todo el caudal, pues no suele resultar económico, sino que se crearía una capacidad C_1 que solamente trabajaría completamente entre M_1 y M_2 y a menor velocidad fuera de este período.

El beneficio anterior debería reducirse en algo, como un 80% siendo en definitiva el beneficio esperado de $6.800 \times 0,8 = 5.504$.

Podemos comparar esta cifra con el costo del proyecto y si suponemos que dicho costo es de 90.000 pts. por MW, a una tasa de 10%, vemos que no resultará interesante, pero si fuere de 40.000 pts./MW quizás sí fuera interesante.

b) Proyecto hidroeléctrico de represa de acumulación diaria

Su objeto es aprovechar el agua cuando es más interesante, es decir en las horas punta del día.

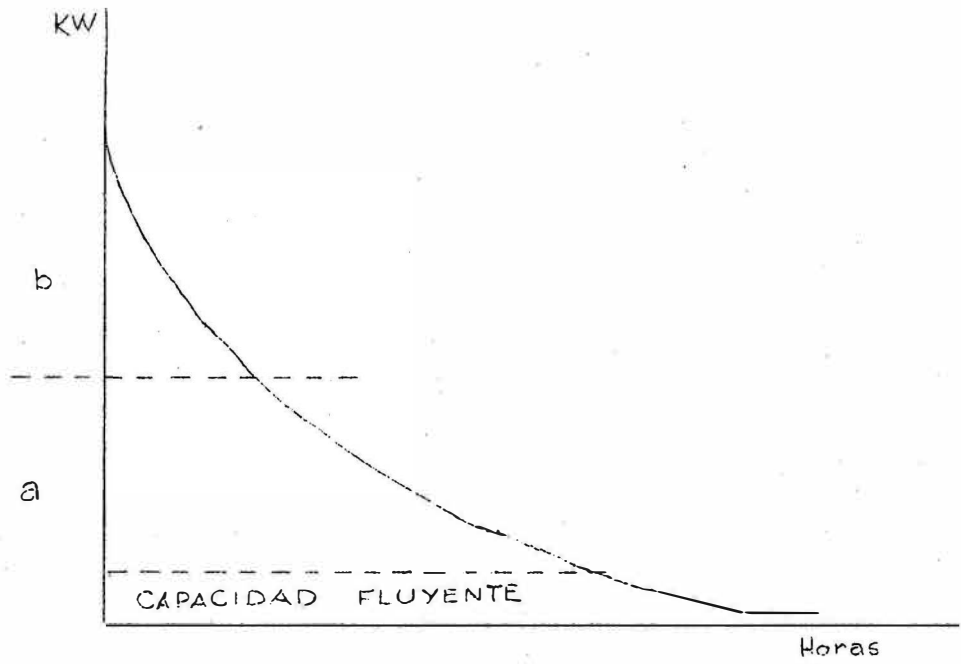
Es decir convierte electricidad fuera de punta en electricidad en hora punta, con lo que el valor pasa de 0,5 por MW a 1,5 pts.

El beneficio del proyecto será esta peseta de diferencia. Conocido el costo de la represa y la necesidad de capacidad generadora adicional podré conocer si es o no interesante el proyecto.

c) Proyecto de represa de almacenaje de agua

Antes de poder poner un valor a la electricidad producida por este proyecto es preciso preguntarse cuál es la estrategia óptima para la utilización de este tipo de represa.

Dibujemos una curva de demanda un poco especial,



Esta curva nos representa la demanda que esperamos va a surgir de acuerdo con la política tarifaria existente.

La construcción de la curva la realizamos de la siguiente forma: empiezo escogiendo la hora del año que tiene el valor máximo de demanda, después coloco la 2ª hora con valor mayor que las demás excepto la 1ª, etc., etc.

Para satisfacer esta demanda ya sabemos que la primera capacidad que entrará en funcionamiento es la fluyente, pero después podemos seguir dos estrategias: a) poner en funcionamiento primero la capacidad hidráulica y después la térmica, b) viceversa.

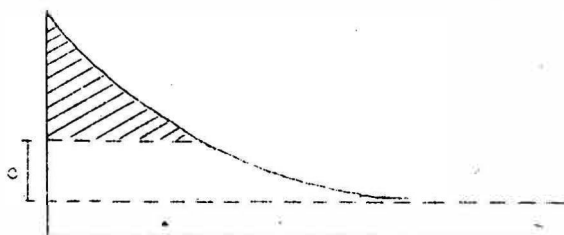
Supongamos, aunque no sea cierto, a fin de simplificar, que la capacidad fluyente es constante.


Si adopto la primera estrategia determinaré la 2ª línea de tal forma que el área entre las dos sea igual a la capacidad de generación anual de las presas de almacenaje.

Entonces el resto, b, será la capacidad térmica.

Es fácil demostrar que esta estrategia no es buena, sino que lo correcto es precisamente al revés.

Si reconozco que la capacidad hidráulica de represa es una cantidad dada, entonces con esta misma área podría hacer esta otra estrategia.



Siendo  la capacidad hidráulica disponible vemos que la capacidad instantánea de origen térmico c, es muy inferior a b (caso anterior) y que por lo tanto ahorramos costos de capacidad térmica.

Supongamos capacidad total = 500 MW

La capacidad térmica según estrategia 1.^a = 400 MW

La capacidad térmica según estrategia 2.^a = 200 MW

Ahorro de capacidad térmica = 200 MW

Entonces optando por la estrategia 1.^a hay que invertir en una capacidad instantánea de las presas de 100 MW y bajo la estrategia 2.^a será de 300 MW.

Luego hay una diferencia de 200 MW a proveer, iguales a los 200 MW que antes hemos ahorrado.

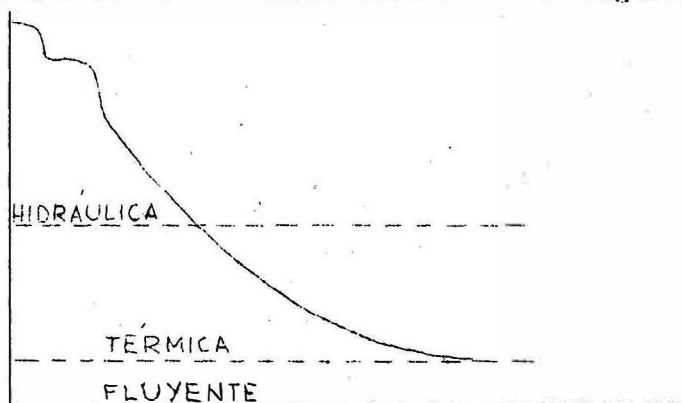
Ahora bien esto significa que es preciso poner unas turbinas más, lo cual es mucho menos costoso que hacer una central térmica completa.

Así pues habiendo optado por estrategia 2.^a, podemos decir que la capacidad hidroeléctrica de almacenaje se va a utilizar en período de punta y por ello el valor que atribuiríamos a esta electricidad sería de 1,5 pts.

Otra manera de medir los beneficios de las represas sería la siguiente: el valor de los mismos es igual al costo de inversión de instalar la capacidad térmica necesaria, más el costo de operación de la misma.

Antes de acabar esta pregunta veamos un caso especial que puede hacer variar algo la estrategia antes señalada.

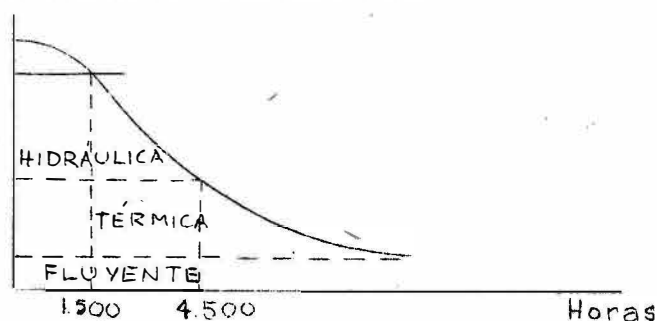
Supongamos una curva de demanda como la de la figura,



La capacidad necesaria para cubrir la punta extrema de la demanda, podría pensarse en cubrirse con la utilización de generadores de fuel de costos de inversión bajo y alto de operación.

En los ejemplos vistos el recargo que se cobraba en horas punta estaba relacionado con la naturaleza de la demanda, pero puede ocurrir que en un sistema la punta relevante no sea determinada por la naturaleza de la demanda sino por la capacidad hidroeléctrica existente.

Así si la demanda es tal como ésta

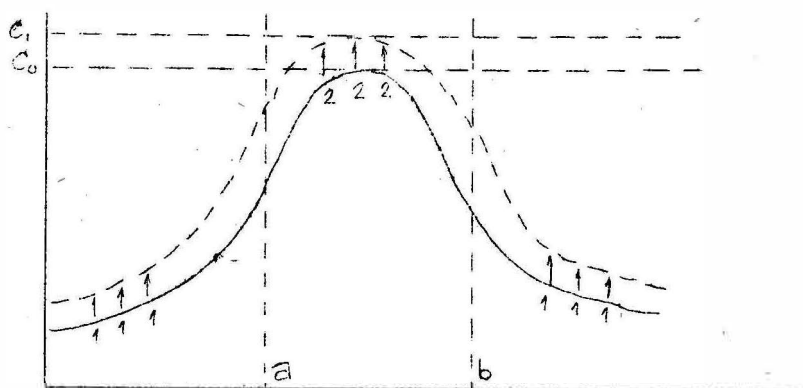


Entonces si el sistema es totalmente térmico la punta de las instalaciones térmicas va a ser la misma que la del sistema, es decir 1.500 h.

Pero si el sistema es mixto, aunque la punta del sistema continúe siendo de 1.500 h. la punta térmica sería de 4.500 h. Esto quiere decir que al agregar nueva capacidad térmica, ésta se utilizaría en 4.500 h. al año. En este caso se debe fijar el recargo de la tarifa por las 4.500 horas y no por las 1.500 solamente.

Así pues en los sistemas energéticos en que haya mucha capacidad de embalse la punta térmica podrá ser considerablemente mayor que la del sistema.

Finalmente justifiquemos el hecho de que cobremos el recargo sólo en las horas punta.

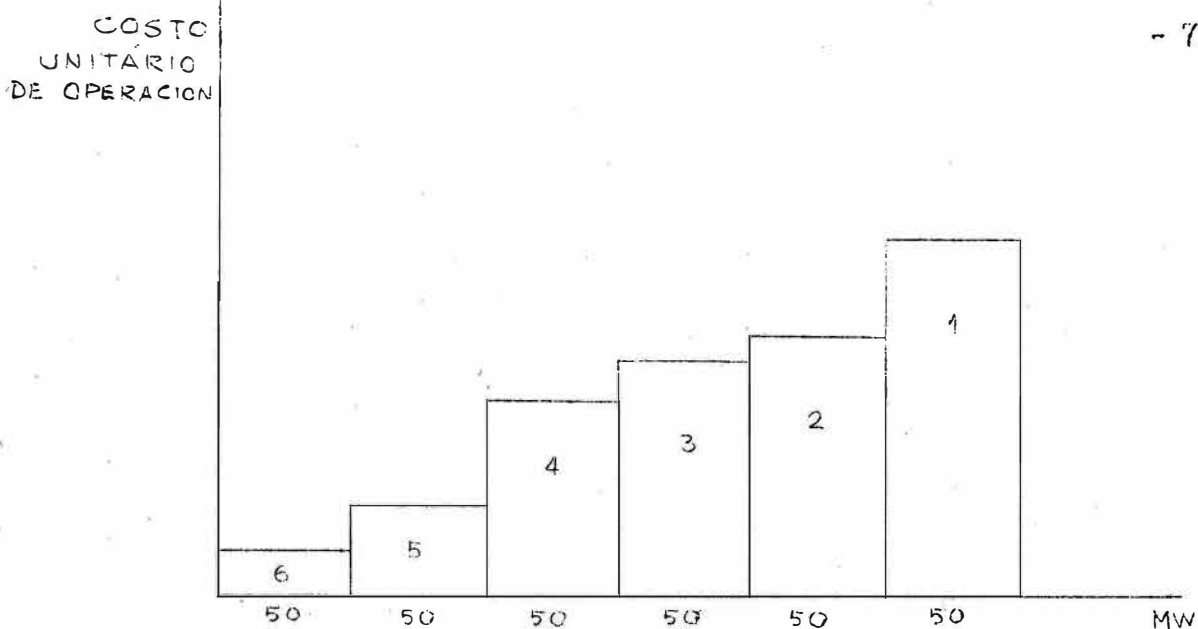


Sea la curva de demanda continua la de un año y la discontinua la del año siguiente en el que vemos ha aumentado la demanda.

Los aumentos 1 de demanda no requieren aumentar de capacidad pues la existente es suficiente para abastecerlos, mientras que los aumentos 2 no pueden ser satisfechos con la capacidad existente y se necesita ampliar la capacidad de C_0 a C_1 y por ello el recargo deberá cobrarse en las horas correspondiente al intervalo a-b, y la cantidad recaudada deberá ser tal que nos dé un rendimiento conveniente e la inversion en nueva capacidad.

MEDICIÓN DE BENEFICIOS DE UNA PLANTA CUANDO HAY CAPACIDAD GENERADORA DE DISTINTOS COSTOS DE OPERACIÓN

Supongamos un sistema totalmente térmico y equipos de distintas edades.



La capacidad de todas las plantas la suponemos idéntica.

La planta 6 es la más nueva y por ello la de menos costo de operación, después tomamos la 5ª, etc., etc. es decir ordenamos las plantas según sus costos de operación.

La estrategia a seguir sería primero poner en explotación la 6ª planta, después la 5ª, etc. así si la demanda es menos de 50 MW utilizo solo la 6ª. Si está entre 50 y 100 utilizo la 6ª y la 5ª, etc.

Estando en esta situación, si introducimos una planta más, ésta va a sustituir diversas plantas según la naturaleza de la demanda.

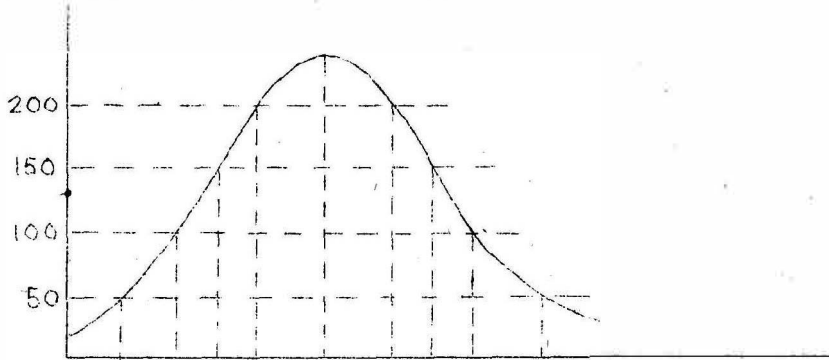
Sea la planta nueva la 7ª con menores costos de operación que las demás.

El cuadro de sustitución sería:

Demanda Entre	Se utilizan las plantas		Ahorro de Costos
	Antes	Después	
0- 50	6	7	$C_6 - C_7$
50-100	6-5	7-6	$C_5 - C_7$
100-150	6-5-4	7-6-5	$C_4 - C_7$
150-200	6-5-4-3	7-6-5-4	$C_3 - C_7$

O sea al introducir la nueva planta nos ahorramos siempre la diferencia entre los costos de esta planta y los de la planta más vieja que si no fuera por la nueva planta estaría en operación.

Si conocemos la curva de la demanda



Se divide la curva por las distintas capacidades de las plantas con lo que se podrá conocer cuando deben entrar en funcionamiento.

Podría así conocer el número de horas en que las distintas plantas van a ser marginales y las multiplicaría por la diferencia de costos correspondiente, es decir:

$$\frac{(C_6 - C_7)H_6}{(C_5 - C_7)H_5}$$

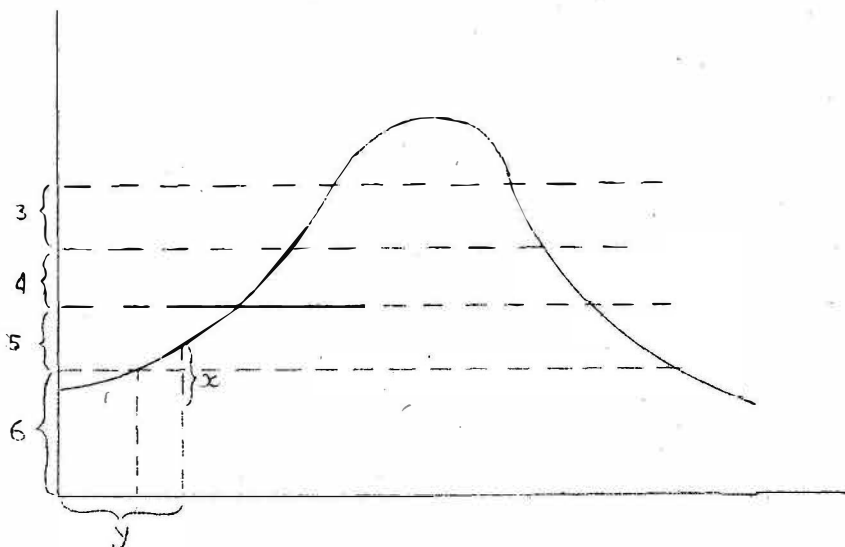
En general tendré como expresión del ahorro de costos en el año T de utilizar la nueva planta j en vez de las marginales, es decir el beneficio imputable a la planta j, lo siguiente:

$$\sum_{K=1}^{j-1} (H_{KT}) (C_K - C_j) \quad (1)$$

Siendo C_j el costo de la planta nueva.

H_{KT} : las horas en las cuales la planta K es la marginal.

Cuando la variación de la demanda es continua tenemos que reconocer que a veces la nueva planta va a sustituir, en algunas horas, una parte de la capacidad de una planta y parte de la de otra.



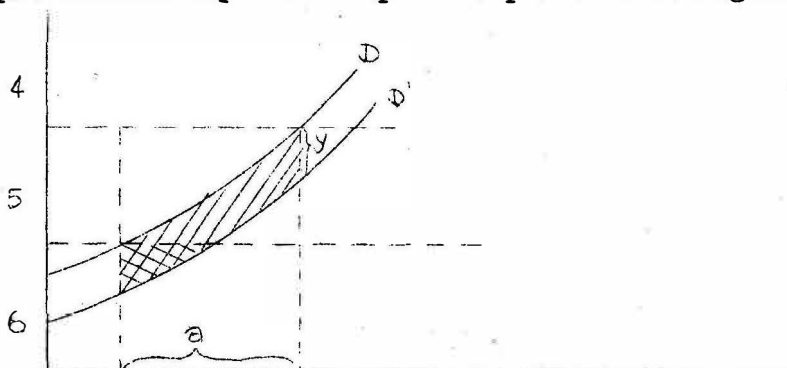
Al entrar en funcionamiento la planta 7^a, con una capacidad de y en la hora x , sustituye en parte a la 5^a y en parte a la 6^a.

Esta situación podemos reflejarla en la fórmula anterior de la siguiente forma:

$$\sum_{K=1}^{j-1} f_K H_{KT} (C_K - C_1) + \sum_{K=1}^{j-1} (1-f_K) H_{KT} (C_{K-1} - C_j)$$

Siendo f_K un factor de corrección que calculamos de la siguiente forma.

Representemos ampliada la primera parte de la figura anterior






a: sería el No. de horas en las cuales la planta 5^a sería marginal (además habría las del otro lado de la curva de la demanda) en el caso de que no exista la planta 7^a.

y: es la capacidad de la planta 7^a.

D: curva de la demanda.

D': curva de la demanda que queda para las demás plantas al funcionar la 7^a.

La producción sustituida de las plantas 6 y 5 por la 7 es precisamente igual a las áreas  y  respectivamente.

El factor f_5 sería la relación entre el área  y la suma de las dos áreas anteriores.

Un caso particular interesante es el siguiente: si la planta nueva es de capacidad muy grande y la demanda a cubrir es pequeña puede ocurrir que debido a los costos de puesta en marcha sea interesante poner en producción una planta pequeña con costos de operación más elevados.

La fórmula (1) es el flujo de beneficios que obtenemos en el año T para la nueva planta.

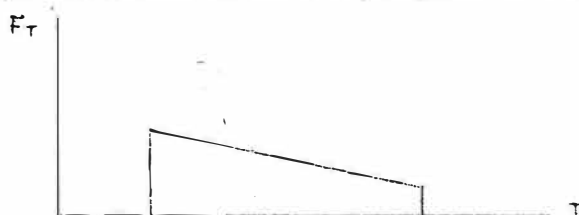
Supongamos que dicha planta se construye en un año y tiene una vida de 40 años.

Los flujos actualizados de beneficios serían:

$$\sum_{T=J+1}^{J+40} \sum_{K=1}^{j-1} H_{KT} (C_K - C_J) (1+i)^{j-T}$$

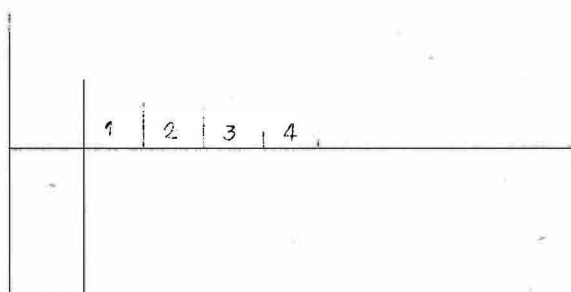
Los beneficios de la nueva planta serán decrecientes en el tiempo por dos razones: a) A medida que para el tiempo se van retirando las plantas más viejas, con lo que los beneficios diferenciales van a desaparecer. b) Con el tiempo habrá plantas todavía más nuevas que la 7, con costos de operación menores, las cuales van a abastecer la demanda desplazando a la 7 en ciertas horas.

En resumen el perfil de flujos anuales de beneficios serían como:



O sea que la situación es la opuesta de los caminos donde el perfil de flujos era creciente, con el resultado que habría que esperar un beneficio en el primer año de operación superior a $i K_7$ siendo K_7 el costo de inversión de la planta 7.

Supongamos ahora que la curva de beneficios muestra un decrecimiento exponencial.



Siendo en cada año los flujos: F_{J+1} F_{J+2} F_{J+3} siendo J el período de construcción, estos flujos en el supuesto anterior de decrecimiento exponencial pueden expresarse así: F_{J+1} $F_{J+1} (1 - \delta)$ $F_{J+1} (1 - \delta)^2$

Suponiendo la serie indefinida, pues el ajuste a 40 años es despreciable, descuento los beneficios y obtengo:

$$\frac{F_{J+1}}{1+i} \left[1 + \frac{1-\delta}{1+i} + \frac{(1-\delta)^2}{(1+i)^2} + \dots \right] = \frac{F_{J+1}}{1+i} \left[\frac{1}{1 - \frac{(1-\delta)}{(1+i)}} \right] = \frac{F_{J+1}}{i + \delta}$$

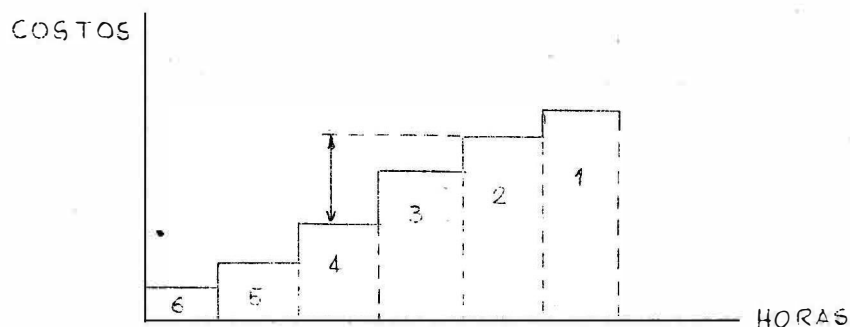
Si igualo los beneficios a los costos tengo un criterio para decidir si es o no interesante el proyecto:

$$(i + \delta) K_J \leq F_{J+1}$$

Es decir si el período de construcción es de un año, obtengo un criterio análogo al ya conocido, pero incrementando la tasa de descuento en el decremento anual de los flujos.

UNIFICACIÓN DE LOS AHORROS DE COSTOS DE OPERACIÓN CON EL CONCEPTO DE RECARGO EN LA PUNTA.

Si establecemos la política tarifaria, teniendo en cuenta los distintos costos de las diferentes plantas se tendría que cobrar en cada hora el costo marginal de producción en esta hora.



El rendimiento atribuible al capital en una planta dada, sería la diferencia entre la tarifa correspondiente a cada hora en que se utiliza esa planta y los costos por kWh de operación de esa planta.

Por ejemplo en las horas que la planta 2 es la marginal, la tarifa debe corresponder a los costos de operación de esta planta. Siendo éstos mayores que los costos de la planta 4, atribuimos como rendimiento del capital de la planta 4, en esas horas, la diferencia señalada por en el gráfico por cada kWh generado por aquella planta.

Las utilidades atribuidas a una planta ya existente son así exactamente análogas a las que atribuimos a una planta nueva por concepto de ahorro de costos de operación.

Puede ocurrir que tengamos tanta capacidad vieja y con costos tan elevados que al cobrar estos costos obtengamos suficiente rendimiento sobre una inversión en nueva capacidad como para justificarlo.

Supongamos que los costos de la planta más nueva son 0,20 y los de la más vieja 0,30. El beneficio sería 0,10 y si la planta nueva sustituye en todas las horas del año a la vieja (caso extremo) el beneficio sería de 876 pts. por KW de nueva capacidad, pudiendo ser el beneficio necesario para justificar la capacidad de 1.200.

La política a seguir sería la siguiente, si podemos con la capacidad existente abastecer la demanda, lo hacemos y no invertimos, esperando un año más a tener mayor demanda y así sucesivamente llegaremos necesariamente a un año en que al mantenerse la capacidad y aumentar la demanda teniendo más tarifas que nos reflejan solo los costos de operación no podremos abastecer dicha demanda, con lo que tendremos que elevar las tarifas en las horas punta

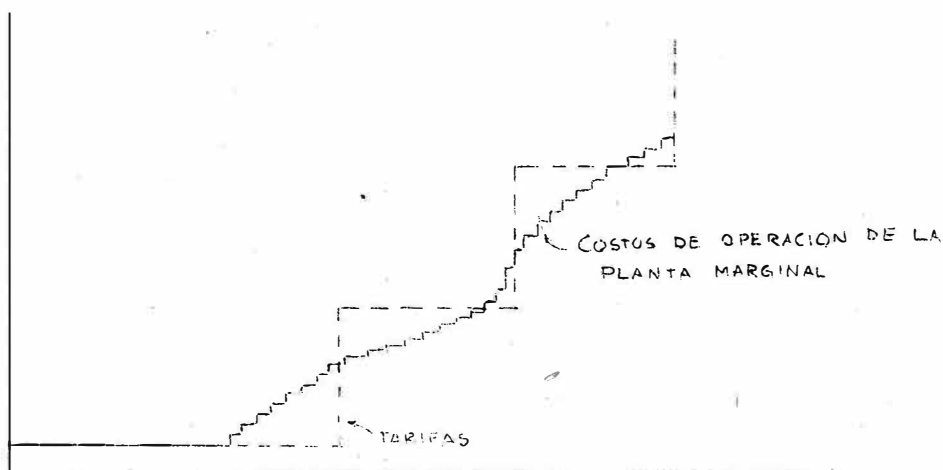
con lo que se contiene la demanda y además aumenta el beneficio (ahorro de costos más ingresos por recargo), así pues al cabo de unos años obtendríamos unos beneficios superiores a 1.200 con lo que se nos justificaría la inversión en una nueva planta.

El beneficio se compondría de dos partes:

a) En aquellas horas donde hay plantas no utilizadas, cobraríamos la tarifa del costo de la planta más vieja y por lo tanto el beneficio de la nueva planta sería la diferencia entre los costos de operación de la vieja y la nueva.

b) Para aquellas horas en las que la capacidad está totalmente ocupada, es decir las horas punta, el precio de la electricidad sería aquel que no mantenga la demanda a nivel de la capacidad existente. El beneficio sería la diferencia entre la tarifa de hora punta y el costo de operación de la planta nueva.

Hemos dicho que las tarifas se deberían ajustar en principio al costo de generación de la planta marginal, sin embargo en la realidad no es posible o práctico el hacer variar las tarifas hora por hora y se recurre a una aproximación mediante tarifas con algunos escalones como se ve en el gráfico.



CÁLCULO DEL RECARGO

En principio podemos pensar que la demanda es inelástica, aunque hasta cierto punto si hay un recargo en determinadas horas puede haber desplazamiento de demanda.

Supongamos el caso de capacidad térmica homogénea, sea 12.000 pts. el costo de capital por KW de capacidad instalada, sobre esta inversión queremos obtener unos beneficios de 1.500 en el primer año en concepto de interés, depreciación y decremento de los beneficios en el futuro.

Si el sistema tiene una punta de 3.000 h. al año tendríamos que cobrar 0,5 pts. por KWh generado en la punta.

Sin embargo el cálculo anterior está algo simplificado, pues en muchas situaciones hay más beneficios que solamente el recargo en horas punta, ya que aún en las horas fuera de punta estamos ahorrando costos de operación con las plantas más nuevas.

Supongamos así que el beneficio por la sustitución de plantas viejas por nuevas, en el primer año es de 900.

Pero es que además en ciertas horas del año no van a sustituir las plantas nuevas a las viejas sino a suplementarlas, por ello necesitamos obtener 600 pts. más en estas horas punta, ello lo obtendremos con un recargo de 0,20 pts. por KWh.

La base sobre la que se aplicarían estas 0,20 sería el costo de operación de la nueva planta.

Supongamos que los costos de operación son:

Planta nueva $C_7 = 0,25$

Planta más vieja $C_1 = 0,40$

Entonces en todo tiempo cobraremos 0,40 pts. pero en las horas punta habría que cobrar $0,25 + 0,20 = 0,45$.

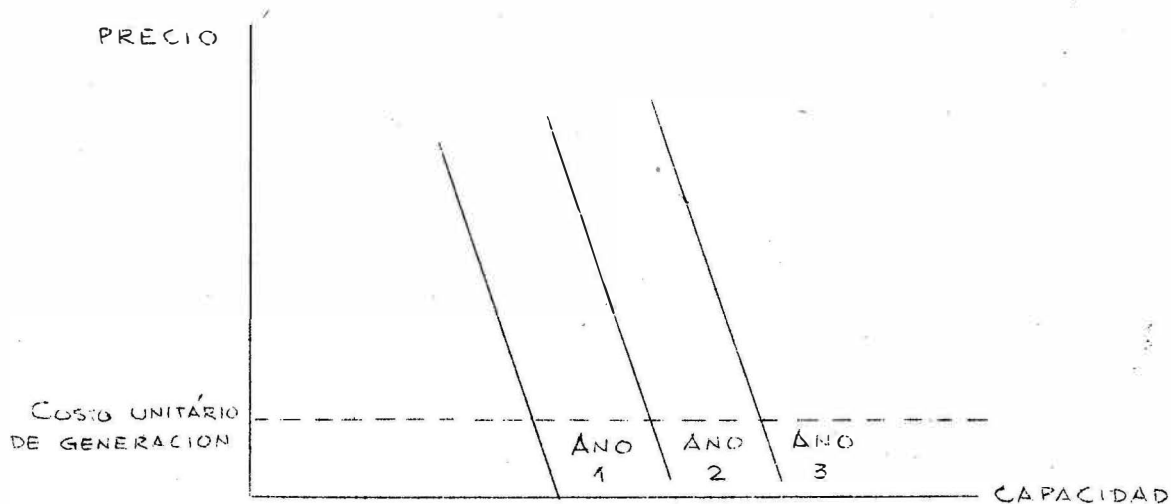
CRÍTICA A LA POLÍTICA DE PRECIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA ARTIFICIALMENTE BAJOS

Una opinión ampliamente difundida e incluso aplicada es la de que la energía eléctrica ha de ser barata para fomentar el desarrollo del país.

Los defensores de esta posición propugnan el establecimiento de precios inferiores a los costos de generación, lo que implica una subvención, justificándolo en el hecho de que produce muchas economías externas.

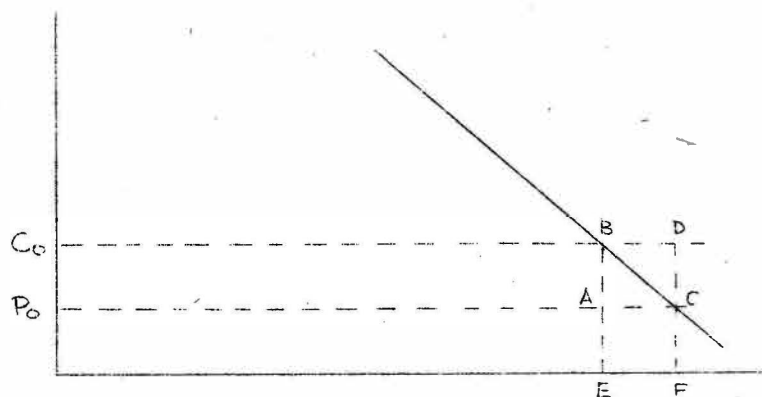
Analizemos esta teoría.

Representemos gráficamente las distintas curvas de demanda para los años sucesivos,



Las curvas de demanda de electricidad son más bien rígidas, así al aumentar la demanda hay un gran beneficio tipo excedente del consumidor, lo cual es reflejo del hecho que sin electricidad no sería posible el desarrollo económico.

Pero esto no quiere decir que debemos cobrar un precio menos que el costo por la razón que vemos a continuación.



Si los costos de generación son C_0 y se vende la electricidad a un precio P_0 , hay un beneficio para las comunidades representado por $C_0 P_0 A B$ y una pérdida para la empresa por un monto igual, es decir que en conjunto obtengo el mismo excedente del consumidor (esto suponiendo que permanece constante la capacidad).

Pasemos a suponer que aumentamos la capacidad lo suficiente para atender la demanda existente al precio P_0 , entonces obtendré una pérdida neta de $B C D$ diferencia entre los costos $B D F E$ y los ingresos $E B C F$.

En definitiva el establecer tarifas eléctricas bajas equivale a dar subsidio relacionados con la cantidad de electricidad que se utiliza. Planteado de esta forma no parece realmente haber ninguna justificación el subvencionar a través de la electricidad a las industrias químicas más que a las textiles por ejemplo.

En resumen puede afirmarse que si no se aumenta la capacidad lo suficiente como para atender la demanda existente puede haber pérdidas muy importantes en la economía, pero por otra parte no hay justificación económica para una política de precios artificialmente bajos (es decir que no reflejan los verdaderos costos económicos de proveer la electricidad).

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE EDUCACIÓN

Vamos a estudiar más bien el proceso de planificación general de la educación que el estudio de un proyecto concreto como sería por ejemplo la creación de una nueva Facultad, una escuela, etc.

Hay dos sistemas básicos para planear la educación, uno de ellos cuantitativo y otro cualitativo, y aunque a veces se presentan como opuestos pueden complementarse perfectamente.

El procedimiento cuantitativo se basa en una proyección del desarrollo de la economía, con lo que podrá estimar la evolución de las diferentes actividades y conocer así las necesidades de personal.

Sin embargo este método adolece del grave defecto de ser francamente pesimista en las estimaciones, así por ejemplo en la USA se ha medido el número de personas educadas a nivel universitario cuyas cifras han pasado de ser un 9-10% de la población joven en 1940 a 1/3 del total en la actualidad, vemos pues que el porcentaje de la fuerza laboral universitaria se ha más que doblado.

Si se hubiese efectuado una previsión en los años 40 de las necesidades de personal universitario la cifra habría sido mucho más baja y ello debido a que no sólo se ocupan los puestos que antes mantenían sino que han pasado a ocupar otros nuevos, así por ejemplo los ingenieros que inicialmente estaban vinculados al trabajo de fábrica o de dirección ahora hay muchos que trabajan o como vendedores por los conocimientos técnicos que requiere la venta del producto (Ej. computadores electrónicos, perforadoras, etc.) o como economistas, por los conocimientos de matemáticas precisos (investigación operativa, programación lineal, etc.).

Pasemos a ver un ejemplo concreto de lo antes dicho:

Supongamos que conocemos dentro del empleo total los porcentajes de los diferentes tipos de formación, pudiendo formar así este cuadro:

$\frac{\text{Empleo en industria } i}{\text{Empleo total}}$	$\frac{\text{Técnicos en la industria } i}{\text{Empleo en la industria } i}$	
0,5	0,2	0,1
0,3	0,1	0,3
0,2	0,7	0,14
<u>1</u>		<u>0,54</u>

Siendo por tanto 0,54 la relación $\frac{\text{Técnicos totales}}{\text{Empleo total}}$

Entonces si la proporción de empleo en cada industria respecto al empleo total permanece, la estimación de las necesidades se deduciría directamente del Empleo Total previsto.

Si suponemos que cambian las ponderaciones de las diferentes industrias, con motivo de la evolución prevista de las actividades llegaríamos a otro cuadro tal como este:

0,3	0,2	0,06
0,4	0,1	0,04
0,3	0,7	0,21
<u>1</u>		<u>0,37</u>

Es decir que la variación de la relación $\frac{\text{Técnicos totales}}{\text{Empleo total}}$ varía poco (un 20%) respecto a la situación anterior, pese a producirse un fuerte cambio de estructura.

En cambio en la realidad se ha comprobado que las variaciones no son del 20% sino mas bien del 100%, ello es debido a que profesiones que inicialmente tenían disponibilidades muy limitadas, al aumentar su número se han aplicado a otros campos.

La realidad muestra que la mayoría de las profesiones tienen gran posibilidad de flexibilidad con escasas excepciones (médicos, etc.), apareciendo así la educación un procedimiento que consiste más en elevar la capacidad productiva de la persona que en darle conocimientos técnicos aplicables a campos muy especializados.

El procedimiento cualitativo de planificar la educación se basa en medir las tasas internas de retorno de las inversiones en educación, lo que da una idea de la gran rentabilidad social de la educación frente a otras inversiones públicas como regadíos, vivienda, etc. y además señala claramente

qué tipos de educación son los más interesantes y conviene por tanto fomentar.

Para hacernos una idea de la rentabilidad social de la educación citemos los siguientes ejemplos:

En la USA la TIR de las inversiones en capital real es de un 8-9% mientras que en educación es de un 10-12%.

En Chile la TIR promedio es del 20% variando entre el 12% en la educación universitaria y el 21% en la educación técnica secundaria.

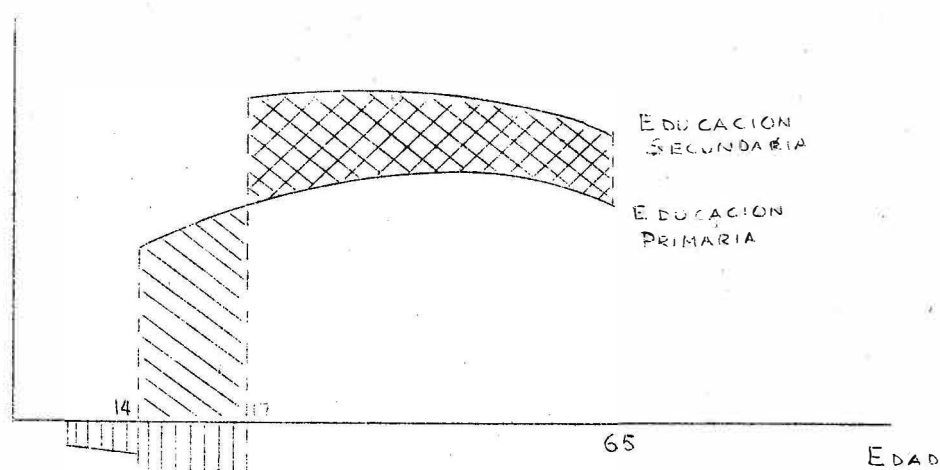
MEDICIÓN DE LA TIR EN UN PROGRAMA DE EDUCACIÓN

Es preciso reconocer, antes de continuar, el hecho de que la educación tiene todos los atributos de una inversión y como tal debe considerarse.




Como costos de la inversión hay que contar los ingresos que dejan de percibirse al estudiar en vez de trabajar y además los costos directos de educación.

Como beneficios hay que contar lo que la persona va a ganar más a lo largo de su vida, debido a la educación recibida.

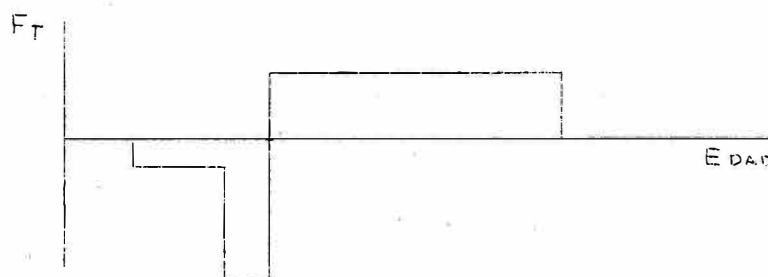
Podemos así obtener un perfil de este tipo:



Una persona con educación primaria puede empezar a trabajar a los 14 años, a partir de ahí podríamos estimar la curva de ingresos y análogamente para ed. secundaria.

Los costos serían los ingresos que deja de percibir  más los gastos de formación  , y el beneficio sería la diferencia en ingresos a partir de la edad 17, o sea el área  .

Estas áreas traducidas en un nuevo perfil son:



Hay que señalar la gran diferencia que puede existir entre la evaluación social y la privada (es decir la que hace la persona que va a estudiar) debido a que: a) los costos directos de la educación son en muchos casos soportados por el Estado o personas ajenas al individuo, en su mayor parte. b) En los beneficios desde el punto de vista del individuo hay que tomar los ingresos netos de impuestos, mientras que desde el punto de vista social se toman ingresos brutos de impuestos.

Esta diferenciación entre evaluación social y privada se refleja claramente en un ejemplo.

Supongamos dos Facultades, la de Medicina y la de Filosofía y Letras, en la primera hay 1000 aspirantes a ingreso para solo 100 puestos, mientras que en la segunda hay 200 para 100 puestos.

La solución que se adoptaría a primera vista sería ampliar Medicina, sea o no a expensas de Filosofía.

Pero hay que destacar que estas carreras son ambas casi gratuitas o poco onerosas para el individuo, mientras que socialmente la de Medicina tiene costos directos elevados (equipos especiales, abundante profesorado, etc.) mientras que Filosofía son reducidos, pudiendo darse el caso de que la evaluación social de ambas Facultades sea pareja. Entonces el procedimiento a seguir sería o elevar el costo privado en Medicina o restringir la entrada.

En definitiva el procedimiento de planificación de la Educación con base en la TIR, tiene la ventaja de mostrar, en la mayoría de los países, que la rentabilidad de la Educación es muy superior a las inversiones en capital físico.

En la práctica se llega a determinar unas TIR todas como estas, por ejemplo:

<u>Ed. Primaria</u>	<u>Ed. Media</u>	<u>Profesional</u>	<u>Universitaria</u>	<u>Técnica</u>
12	14	29	17	24

Esto no quiere decir que debamos asignar todos los recursos en la educación de mayor TIR sino que sirve de guía útil, merced a la cual se aumentan más los presupuestos de aquellos que tengan mayores TIR.

Al aumentar la educación en los niveles de mayores TIR tenderemos a frenar un poco los aumentos de salarios de estos grupos, reduciendo así la TIR de estos tramos educacionales.

Para mantener una política educacional ligada con el desenvolvimiento del mercado de trabajo los estudios básicos de medición de la TIR deben repetirse cada 4 o 5 años.

Finalmente hay que señalar que además de los beneficios tomados en cuenta en el cálculo de la TIR existen otros de tipo secundario, como disfrute personal al aumentar los conocimientos, mayor disfrute de un ingreso dado por mejor gestión, mayor estabilidad social con mayor educación del pueblo, etc.

AJUSTES EN LA ESTIMACIÓN DE COSTOS Y BENEFICIOS PARA CORREGIR ERRORES IMPLÍCITOS

a) Por arriendo implícito de los edificios

En los costos directos, la dificultad no se encuentra en medio los gastos de profesorado, sino en asignar un arriendo implícito a los edificios.

Para ello se investigan los costos de construcción de edificios similares nuevos, se asigna una tasa de depreciación y obtenido el valor depreciado del edificio, se aplica la tasa de rendimiento social con lo que obtenemos el valor del arriendo. Hay que considerar que a veces los edificios nuevos y los viejos no son estrictamente comparables (por ejemplo por existir piscina, gimnasio, etc.).

Este cálculo no se hace para cada edificio, sino que conocida la distribución de las aulas por edad aplicando la tasa de depreciación, etc. obtengo el arriendo, lo que dividido por el número medio de alumnos por aula en cada tramo, da el costo por alumno de arriendo.

b) Ajuste por ingresos percibidos en período de estudios

Son muchos o la mayoría los casos en los que los alumnos realizan algún trabajo remunerado mientras están en período de estudios (Ej. clases particulares, venta en tiendas en Navidad, etc.) y por eso hay que tener en cuenta que los ingresos dejados de percibir por un estudiante son menos que los ingresos recibidos por personas en la misma edad que trabajan "full time".

c) Corrección por edad de los individuos

La determinación de los perfiles de ingresos se realiza para las personas que tienen las edades correspondientes en el momento de hacer la encuesta.

Por ello es preciso realizar un ajuste, multiplicando dicho ingreso por la probabilidad de que la persona salga de la fuerza de trabajo a causa de fallecimiento..

Así se aplican coeficientes de sobrevivencia a los distintos flujos brutos, tomando $F_T \times S_{14T}$, siendo F_T el flujo de ingresos del año T y S_{14T} el coeficiente de sobrevivencia de los años 14 a los T.

Normalmente estos coeficientes son iguales para todos los tramos educacionales pero hay casos en que no es así, por ejemplo en la India, los peones tienen un coeficiente de sobrevivencia mucho menor que los profesionales.

Otros ajustes son por retiro debido a enfermedad, accidentes, etc. y se aplican coeficientes análogos.

d) Corrección por posible desempleo

El procedimiento a seguir variará según la fuente de los datos.

Si estos se obtienen de un censo, el valor que nos da incluye ya el desempleo existente.

Naturalmente si el año de censo fuera de un desempleo muy grande entonces habría que hacer un ajuste para que las medidas usadas en el cálculo reflejen una tasa normal de desempleo.

Si en vez de tener datos de un censo, tenemos una encuesta al azar de toda la fuerza de trabajo, procederíamos de la misma forma, pero normalmente las encuestas, si no son especialmente realizadas con este motivo, no son lo suficientemente detalladas para poder estimar bien los perfiles edad-ingreso.

Desgraciadamente la mayoría de los países no van a tener ni el censo ni la encuesta general al azar. Entonces la manera más correcta de actuar sería: se procura identificar empresas que tienden a pagar sueldos y salarios de mercado, y de ellas podemos sacar información útil.

En Chile se han tomado 25 industrias y 600 empresas clasificadas por tamaño. De la oficina de personal de estas empresas se obtienen datos sobre el ingreso de las personas y a veces además información sobre la edad y educación de las mismas. Si no obtengo todos los datos saco el ingreso de la persona y le pregunto el resto a ella directamente.

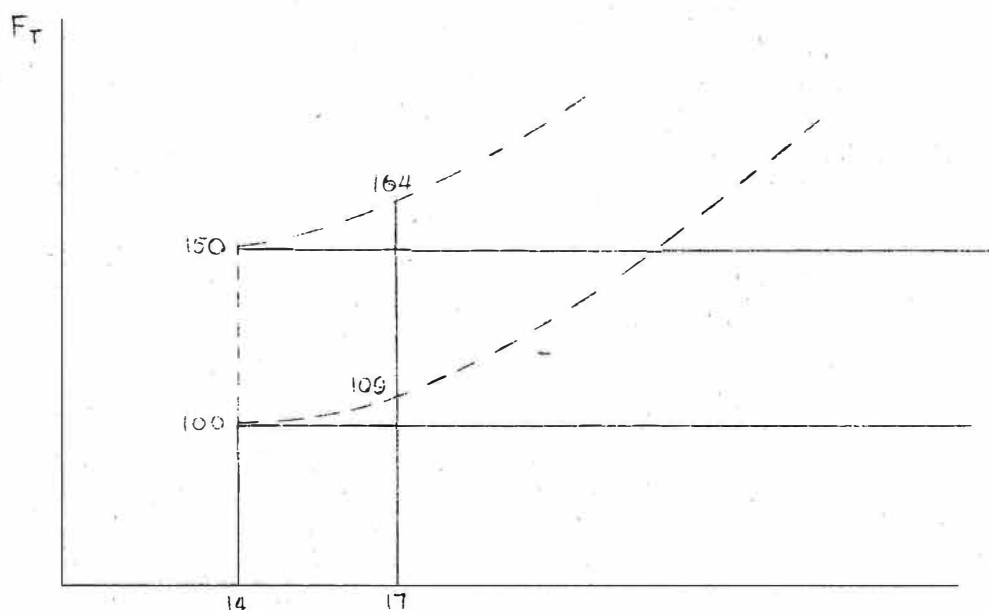
Ahora hay que proceder al ajuste por desempleo, es decir, los datos obtenidos de ingreso medio de un grupo educacional mediante este procedimiento incluyen solamente ingresos de gente que está empleada en el momento de la muestra y por ello habría que descontar el período normal de desempleo.

A medida que sube el nivel educacional baja la tasa de desempleo.

Finalmente hay que señalar que este ajuste siendo pequeño en relación con el ingreso, no suele afectar mucho el resultado final.

e) Ajuste por perspectivas de crecimiento en el salario normal de las personas

Supongamos para simplificar, dos patrones lineales de ingresos, tales como los de la figura:



Con estos patrones estamos pensando que las personas que a la edad de 14 años entran en la fuerza del trabajo van a ganar 100, pero hay que contar que si hay desarrollo económico el salario real va a subir, supongamos, al 3% de incremento anual.

Si siguen con la educación secundaria el sueldo que ahora ganarían con dicha educación es de 150, pero esto también va a crecer.

Supongamos que todas las tasas de crecimiento de salarios son del 3%.

Los flujos de costos por ingresos dejados de percibir aumentan entre 0% y digamos 9%.

Los beneficios también van a aumentar, siendo éstos la diferencia entre las dos curvas a partir de los 17 años, vemos que van aumentando en un porcentaje que empieza en 9% y es cada vez mayor, lo que quiere decir que el aumento de los beneficios es significativamente mayor que los costos.

Hay que señalar que en este ajuste hemos supuesto que todos los salarios crecen a la misma tasa, pero puede ocurrir que cuando hay más y más educación en los estudios superiores su curva de ingresos no aumente tan rápidamente.

Sobre este aspecto no hay unanimidad de criterios, pues si se mira en un solo país a través del tiempo vemos que hay períodos en que la diferencia entre los salarios de niveles distintos de capacitación aumentan en relación al nivel inferior y hay otros períodos en que esta diferencia disminuye o se mantiene constante.

Si comparamos entre diferentes países, parece que en el proceso de desarrollo económico se produce una cierta reducción de las diferencias relativas, así por ejemplo: en la USA un ingeniero gana dos veces más que una buena secretaria, mientras que en Chile esta relación es de 6 y en la India mucho más elevada.

Por otra parte aunque disminuya la diferencia relativa, un hecho comprobado es que es muy poco probable que se reduzca la diferencia absoluta, por ello si en nuestros cálculos utilizamos los perfiles de ingresos de hoy en día, en realidad estamos subestimando los beneficios.

Si obtengo en el cálculo una TIR de 12% de las inversiones en educación, sin efectuar el ajuste por crecimiento de salarios y trato ahora de realizar dicho ajuste, suponiendo una tasa del 3% en ambos niveles de ingreso (supuesto un poco excesivo), obtengo una TIR que sería aproximadamente de $12\% + 3\% = 15\%$ es decir la diferencia entre la cifra y supraestimación no es grande.

ESTUDIO DE DETERMINADOS PROYECTOS ESPECÍFICOS DE EDUCACIÓN

a) Caso de Nuevas Carreras

Por ejemplo establecer una educación secundaria en las zonas agrícolas donde en vez de los conocimientos generales se les da otros de carácter técnico agrario.

En este caso no conocemos los perfiles de flujos por tratarse de un tipo de educación antes inexistente.

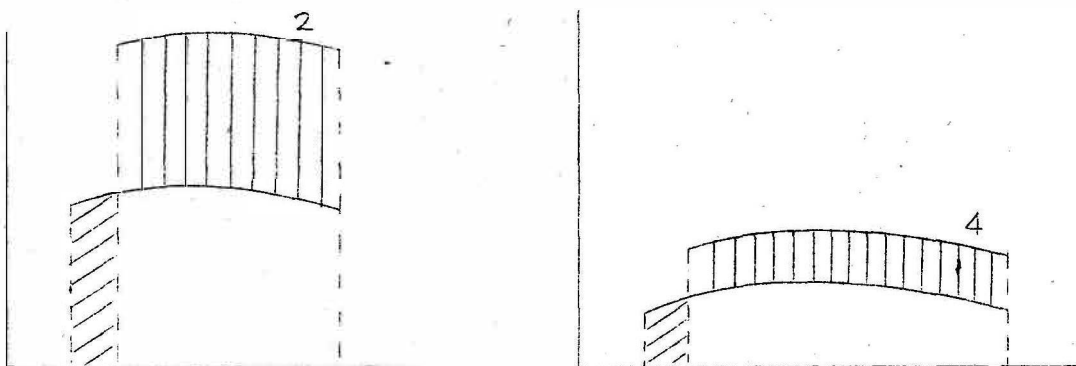
Podemos naturalmente en este caso suponer unos perfiles probables, pero un procedimiento más correcto sería crear una escuela modelo y luego seguir la pista a los graduados de ella durante los primeros años, proyectando luego la evolución futura a ojo.

b) Caso de Ciertos Tipos de Proyectos Individuales

En general hemos comparado los beneficios y costos promedios para cada tipo de educación, pero pueden ocurrir casos en que los costos sean diferentes de los normales, así por ejemplo con una misma inversión sea posible educar a 200 personas en una región y 400 en otra.

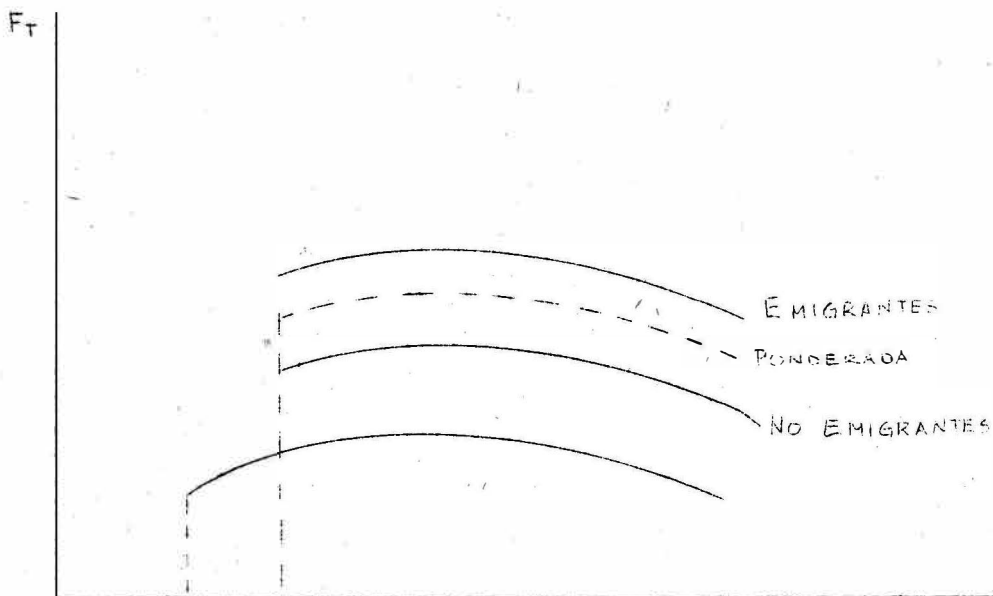
Otro caso sería el de realizar una inversión educacional en un lugar aislado del mercado del trabajo del país, lo que puede implicar la existencia de perfiles distintos.

Por ejemplo:



A primera vista puede **parecer** mucho más interesante invertir en la región normal, debido especialmente a que el beneficio 2 es mucho mayor que el 4. Pero esto sólo es verdad si las personas se quedan en la zona deprimida y no emigran.

Si por el contrario se produce una corriente migratoria, hay que determinar los perfiles de ingresos en el caso de que se quede y en el que emigre, efectuando luego una ponderación.



Obtenemos así un perfil conjunto.

Normalmente las ponderaciones son diferentes según los tipos de educación, pues los más educados tienden a emigrar más.

En este puede ocurrir que precisamente debido a la emigración la TIR sea superior en la zona deprimida que en la normal.

LA EDUCACIÓN Y EL DESARROLLO ECONÓMICO

Iniciemos el estudio por un breve repaso de la moderna teoría del crecimiento económico y como inciden los distintos factores en dicho crecimiento.

Ya de entrada podemos decir que existe en las actuales tendencias planificadoras una opinión según la cual se da excesiva importancia a la acumulación del capital físico, considerando la inversión como prácticamente el único motor del desarrollo, así se ha caído repetidamente en el error de tratar de forzar la acumulación de capital a toda costa.

En los ejemplos mundiales tenemos países con fuertes tasas de inversión, como Birmania (la inversión es el 20% del PNB) y prácticamente sin desarrollo económico, mientras que otros países con tasas más débiles han conseguido un crecimiento notable.

Tratamos de explicar las causas: los dos factores principales son el capital (incluyendo tierra, naturaleza, etc.) y el trabajo.

Se podría tratar de explicar el crecimiento económico como originado por los aumentos en estos dos factores de la producción.

Así si un año tenemos un incremento en el factor trabajo ΔT , y en el factor capital ΔK , el problema reside en tratar de asignar a estos cambios su importancia o ponderación en el crecimiento económico.

Supongamos que $\Delta T = 1000$. Como trataríamos de medir su impacto sobre el crecimiento? Hallaríamos la productividad marginal que sería medida bastante bien por el salario. Si el salario es de 100 tendríamos un impacto sobre la renta de 100.000.

Por la parte del capital conocemos la tasa de descuento de la economía, que supongamos es 10%. Si el aumento en el stock de capital, es decir la inversión es de 100.000, la contribución a la renta sería de 10.000.

$$O \text{ sea: } y = \bar{S} \Delta T + \ell I_N$$

Siendo: Δy = aumento de la renta nacional.

\bar{S} = salario medio.

ΔT = aumento del factor trabajo.

ℓ = tasa de descuento.

I_N = inversión neta.

Dividimos la ecuación por Y ingreso del año anterior.

$$\frac{\Delta y}{Y} = \frac{\bar{S}T}{Y} \cdot \frac{\Delta T}{T} + \ell \frac{I_N}{Y}$$

Siendo $\frac{\Delta y}{Y}$ = la tasa de crecimiento

T = cantidad de trabajo del año anterior medido en No. de trabajadores o en No. de horas hombre.

$f_t = \frac{\bar{S}T}{Y}$ = fracción de la renta que es debida al trabajo antiguo

$\frac{\Delta T}{T}$ = proporción del nuevo trabajo al antiguo

$\frac{I_N}{Y}$ = proporción de la inversión neta en la renta nacional

Este procedimiento se ha aplicado en muchos países comprobándose que estos dos factores no llegan a explicar el crecimiento total.

Así por ejemplo en la USA se han obtenido como valores de la anterior expresión,

$$0,75 \cdot \frac{0,01}{0,0075} + 0,08 \cdot \frac{0,10}{0,008} = 0,015$$

Es decir que ambos factores nos explican un 1,5% de crecimiento, pero la verdadera tasa ha sido de 3 - 3,5% es decir que más de la mitad del desarrollo queda inexplicado.

Entonces se ha procedido a computar un residuo que es la parte del crecimiento no explicado por los dos factores.

Al residuo se le ha llamado muchas veces efecto del avance tecnológico, pero en la realidad se trata de un "cajón de sastre" de todas las otras fuerzas que operan en la economía.

El hecho de la poca importancia relativa del capital físico en el proceso de crecimiento ha llevado a pensar que quizás el residuo está ligado a la inversión.

Se han realizado así diversos estudios para diferentes industrias (20 industrias) y se ha obtenido como conclusión que el residuo probablemente es bastante independiente de la acumulación de capital.

Los factores que se considera forman parte e influyen en este residuo son:

a) Aumento de la calidad del factor humano; ya que en la fórmula inicial el salario medio aplicado era el del año anterior, es decir se suponía una calidad constante, pero la verdad es que la calidad del trabajo aumenta gracias a la educación a través del tiempo.

b) Mejoras en las operaciones productivas; el residuo es en gran parte una medida de cuanto más obtenemos con los mismo recursos, es decir es lo mismo que obtener una misma cantidad de producto a menos costo de recursos. Lograr esto es parte de la función de un empresario o jefe de producción.

c) Reasignaciones de recursos en términos relativos;

Supongamos por ejemplo 1 000 trabajadores repartidos así,

Nº trabajadores	Salarios	Salario medio
500	3,0	1,5
300	2,0	0,6
200	1,0	0,2
<u>1 000</u>		<u>2,3</u>

Así 2,3 es el \bar{S} que aplicamos en la fórmula.

Si incrementamos la fuerza de trabajo en + 100, repartiéndose así,

- 50
- 30
- 20

Entonces obtendríamos el mismo salario medio que antes.

Pero si dicho aumento se repartiera de forma distinta, como por ejemplo:

	Salarios	Salario medio
60	3,0	1,8
50	2,0	1,0
-10	1,0	-0,1
<u>100</u>		<u>2,7</u>

Tendríamos que el aporte de los aumentos de la fuerza laboral al aumento de producción es mayor en este caso, debido a la reasignación de recursos.

Esto mismo podemos hacerlo en dos partes: en una primera el aumento

de la fuerza de trabajo se distribuye igual que antes (dando salario medio de 2,3) y en la segunda se añade una variación que nos añad +0,4 al salario medio, a fin de corregir las cifras primeras y llegar a la verdadera distribución.

O se las variaciones de la fuerza de trabajo serían,

1º	2º
+50	+10
+30	+20
+20	-30

Asignando los salarios unitarios tanto a la primera distribución como a la variación correctora obtengo,

1º	2º
+150	+30
+ 60	+40
+ 20	-30
+230	+40

Siendo este +40 el mayor efecto debido a la redistribución de la fuerza de trabajo.

d) Otros factores

Por último, pero no por ello menos importantes hay que citar otros factores como el avance tecnológico, la explotación de economías de escala, etc.

Vista toda esta introducción y comprobado al analizar las diferencias de crecimiento entre los diferentes países que su principal causa es las diferencias en el factor residual, tratemos de conocer mejor el factor R.

Para ello considero en dicho factor dospartes, una Q_T que es el aumento en la calidad del trabajo y todo lo demás lo incluimos en un subfactor residual R' .

Para tratar de medir el importe de la mejor calidad del factor humano se toma como importe del mismo el valor

$$Q_{T,t} = m_E \left[\Delta K_{E,t} - \Delta T \frac{K_{ET-1}}{T_{T-1}} \right]$$

Siendo m_E = productividad marginal del capital educacional.

K_{ET} = aumento del capital educacional.

El capital educacional es la suma de los costos directos e indirectos ya conocidos, acumulados hasta el año en cuestión y multiplicado por el el Nº. de personas que entran en el año a ser parte de la fuerza de trabajo.

El promedio de capital educacional de la fuerza de trabajo existente sería:

$$\frac{K_{E,T-1}}{T_{T-1}}$$

Para mantener este año la calidad de la fuerza de trabajo al mismo nivel que el año anterior, se tendrá que invertir $\Delta T \left(\frac{K_{ET-1}}{T_{T-1}} \right)$ siendo ΔT el incremento de la fuerza laboral en este año.

$$\Delta K_{ET} = I_{ET} - \delta K_{ET-1}$$

Siendo I_{ET} = la inversión acumulada de años anteriores que se aplica al año en que las personas entran en la fuerza de trabajo.

δ = es la tasa de mortalidad y retiro de la fuerza laboral.

Sustituyo y tengo:

$$\begin{aligned} Q_{Tt} &= m_E \cdot I_{ET} - m_E \cdot \delta \cdot K_{ET-1} - m_E \cdot \frac{\Delta T}{T_{T-1}} \cdot K_{ET-1} = \\ &= m_E \left[I_{ET} - \left(\delta + \frac{\Delta T}{T_{T-1}} \right) \cdot K_{E, T-1} \right] \end{aligned}$$

Pero esto está expresado en unidades monetarias.

Divido por el ingreso del año anterior y obtengo:

$$q_{Tt} = \frac{Q_{Tt}}{Y_{T-1}} = m_E \cdot \left[\frac{I_{Et}}{Y_{T-1}} - \left(\delta + \frac{\Delta T}{T_{T-1}} \right) \cdot \frac{K_{ET-1}}{Y_{T-1}} \right]$$

La m_E se puede estimar para varias categorías de educación y se hallan las TIR. El problema es hallar un promedio, lo cual se hizo en la práctica, no ponderando por el número de alumnos, ni por el número de ellos que pasan a formar parte de la fuerza laboral, sino por el monto de inversión que tiene cada persona al entrar en la fuerza de trabajo, así se llegó a obtener una tasa promedio.

Pasemos a ver la I_{ET} .

Se tienen anualmente los costos por alumno (incluso los costos estimados de ingreso deseados de percibir) de la educación.

Se toma el período promedio en que los alumnos que salen del proceso educacional en un año dado han estado en la escuela. (Este período debe ser un promedio ponderado por los montos totales de inversión educacional en alumnos de los distintos niveles, y no ponderado solamente, por el número de alumnos en cada nivel). Suponiendo que este período sea de g años, calculamos el valor actual de la inversión promedio en las personas que en el año t salen del sistema educacional.

Siendo K_{t-1} el costo por alumno en el año $t-1$, y N_t el número de egresados de la escuela que entran en la fuerza de trabajo en el año t , y 1.2

el factor anual de acumulación (representando la tasa de retorno de 20% sobre inversión educacional).

Llegamos a

$$\frac{I_{E,t}}{N_t} = \sum_{i=1}^g X_{t-1} (1.2)^i.$$

Multiplicando este resultado por N_t , obtenemos el valor de $I_{E,t}$.

Generamos una serie del stock de capital educacional $K_{E,t}$, utilizando la ecuación

$$K_{E,t} = K_{E,t-1} (1 - \delta) + I_{E,t}$$

partiendo de una estimación independiente el valor del capital educacional en un año base (En el caso chileno el año base fue 1940).

Aplicando este procedimiento llegamos a estimar $g_{T,t}$, es decir, la contribución de mejoramiento de la calidad de la fuerza de trabajo a la tasa de crecimiento económico del país para cada año. En el caso chileno esta cifra estaba en 0,25 por ciento en el año 1940; mostró aumentos continuos a través de los años siguientes, llegando a estar en 1,15 en el año 1962. Esto quiere decir que en este último año el producto interno bruto de Chile creció en 1,15 por ciento, únicamente como resultado de este factor. (El mayor crecimiento siendo debido a otros factores). A lo largo del período 1940-1962, el promedio de este factor estaba en 0,5, cifra mayor que la contribución de inversión en capital físico al crecimiento chileno.

EVALUACIÓN DE PROYECTOS DE REGADÍO

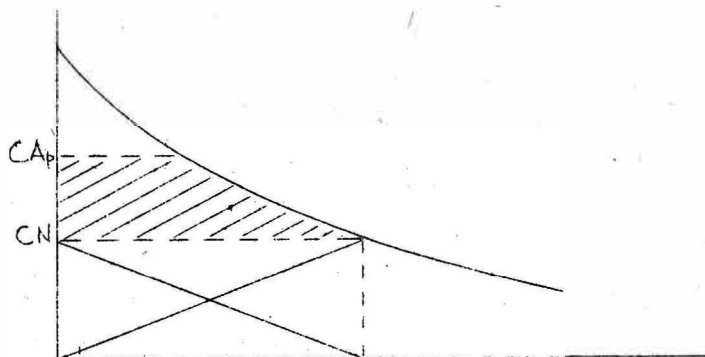
INTRODUCCIÓN

En la evaluación de proyectos de este tipo lo más importante es la medición de los beneficios correspondientes al regadío.

Hay casos en los que se ha tomado como tal el aumento de valor de la producción agraria debida al proyecto, pero la verdad es que es necesario sustraer los costos necesarios para llegar a obtener dicha producción.

Los beneficios originados por el regadío son debidos al agua y por ello no hay beneficio directo que no se pueda medir por el valor del agua.

Supongamos una curva de demanda tal como la de la figura.





CA_p = es el costo del agua obtenida de pozos.

C_N = es el costo del agua obtenida del proyecto.

Entonces el area rayada representa el beneficio del proyecto, consistiendo éste en definitiva en un descenso del costo del agua.

Tenemos pues el regadío beneficia especialmente al agricultor. Por ello hay pocas razones para no cobrar un precio para el agua.

Si el precio que cobramos es igual al costo tendremos que  será el ingreso en efectivo obtenido por el organismo o empresa y  sería el beneficio que percibiría el agricultor.

Si se establece un precio para el agua, éste deberá, en principio, variar según la distancia del agricultor a la represa, debido a las pérdidas que se producen, así por ejemplo 1 m^3 a 1 Km. de la presa representa 1 m^3 de agua disponible para el agricultor, pero a 100 Km. quizás solo obtenga $0,5 \text{ m}^3$ y por lo tanto si utiliza efectivamente 1 m^3 éste querrá decir que de la presa habrán tenido que salir 2 m^3 y por ello el precio en este caso deberá ser doble cerca de la presa.

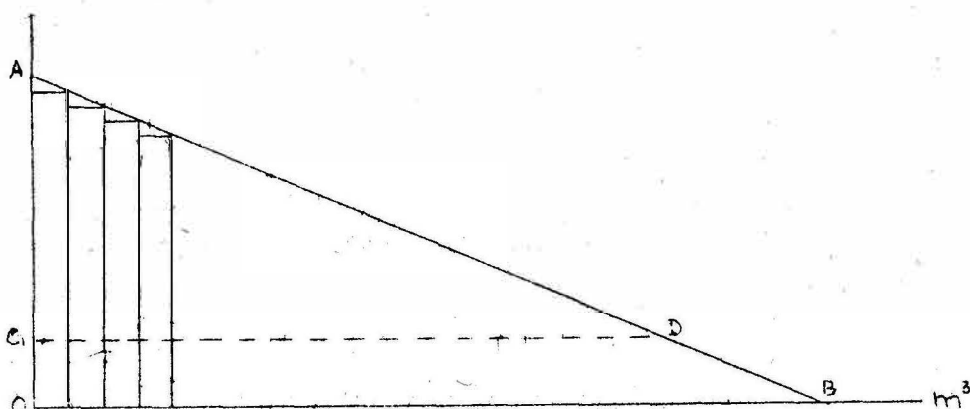
Además habría que considerar el mayor costo por tener los canales más largos.

AUMENTO DE VALOR DE LOS TERRENOS A CAUSA DE LA HUESTA EN RIEGO

El aumento de valor de los terrenos que pasan de ser cercanos al regadío es debido a la capitalización de los mayores rendimientos que se espera obtener gracias a la disponibilidad de agua.

Es decir que dicho aumento de valor no es más que la capitalización del excedente del consumidor, que se obtiene como diferencia entre lo que éste paga y lo que estaría dispuesto a pagar (teniendo en cuenta los rendimientos que obtiene).

Así, si tenemos una determinada curva de demanda del agua, tal como ésta:



Donde la curva nos representa la productividad marginal de cada nueva unidad de agua, es decir el aumento de valor de la producción según volumen de agua de riego, neto de costos de factores asociados con el uso del agua.

Entonces si el precio del agua es nulo, todo el beneficio se materializará a través de la capitalización del excedente del consumidor, área OAB, en aumento de valor del terreno.

Si se cobra una tarifa fija por m^3 tal como C_1 , el terreno solo aumentará de valor debido al área ADC_1 .

Si finalmente mediante un sistema de tarifas diversificado cobramos el precio que en cada situación está dispuesto a pagar el agricultor entonces no aumentarán de valor los terrenos.

CÁLCULO DE LOS BENEFICIOS DERIVADOS DE UN PROYECTO DE REGADÍO

Hay que distinguir dos casos:

a) Existen en la Región Hectáreas Similares ya Regadas

Es decir hectáreas de iguales características a las que ahora se trata de poner en regadío, de las que por estar ya en esta situación podremos conocer por anticipado las cosechas apropiadas, los rendimientos de las mismas y por tanto los aumentos de producción que se originan al tener agua para riego.

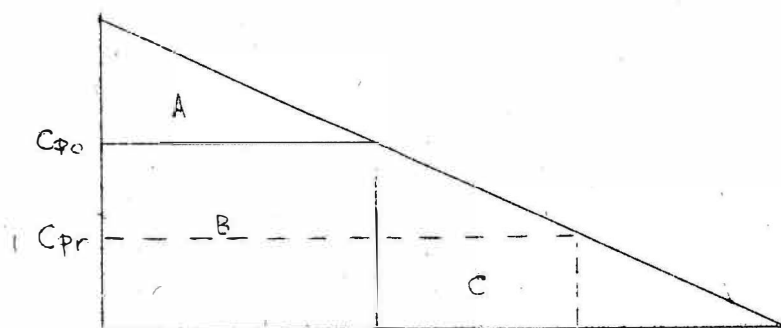
Otro procedimiento alternativo del de los aumentos de producción, sería el de trabajar con los aumentos de valor de los terrenos.

Si tenemos que una hectárea sin regar vale 2000 y 1 hectárea regada vale 3000, agregaremos a los 1000 anteriores de diferencia el valor capitalizado de los pagos por agua que hacen los agricultores (sea 1400) y obtenemos 2400, de cuya cantidad tendríamos que restar el costo de obras (canales de distribución dentro de la finca) que ha sufragado el agricultor.

Una observación importante es que en la utilización de este procedimiento, siempre hay que tener en cuenta la posibilidad de que en el valor de secano haya ya capitalizados beneficios esperados (es decir derivados de obra pública que se cree se va a hacer)

Supongamos ahora que tratamos de comprar las alternativas: a) obtener agua de pozos. b) Obtenerla mediante represa.

Conocida la curva de la demanda,



Siendo C_{po} y C_{pr} el costo unitario del agua del pozo y presa, respectivamente, tendríamos como beneficio de la presa las áreas: $A + B + C$ y como beneficio del pozo: $A + B$.

Sean:

	Beneficios actualizados	Costos actualiz.
Presa	2.400	2.200
Pozo	1.500	1.000

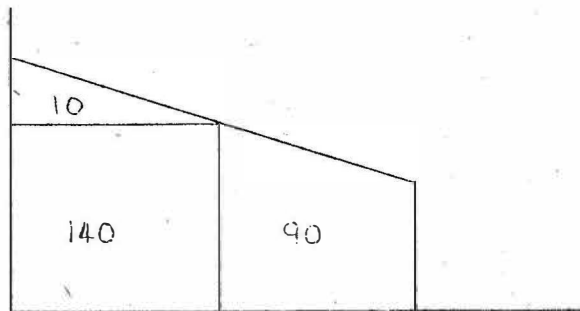
Observamos que en este caso es más interesante el pozo que la presa, por dar mayor valor neto, pero si los costos del pozo fueran 1400 entonces la inversión más interesante sería la presa.

Otra forma de realizar la comparación sería:

En el pozo la inversión por hectárea es de 500 y además hay un costo de operación de 90 anuales (combustibles, etc.), que capitalizados a la tasa del 10% da 900, es decir en total 1400 de costo actual.

Podría convertir este costo total en una serie anual de 140 cada año, que es equivalente.

Entonces los beneficios supongamos son,



El beneficio bruto del pozo sería 150 y el neto $150 - 140 = 10$.

El beneficio bruto de la represa sería 240, pero al hacer el cálculo no deberíamos contar 10 pues ya lo ponemos como beneficio del proyecto alternativo.

Es decir si K es el costo de la represa el criterio de decisión será:

$$A + B + C - K \geq A + B - B$$

es decir si $B + C \geq K$ entonces elijo represa y en caso contrario el pozo.

b) Caso en que no haya Zonas Regadas Análogas

Supongamos que por estudios previos conocemos distintas combinaciones de rotaciones de cultivos, las cuales tiene diferentes necesidades de agua.

ROTACIÓN	AGUA DE REGADÍO (Acres-Pies)	VALOR PRODUCCIÓN (Dólares)
A	0	22
B	0	20
C	1	29
D	1,5	34
E	2,0	36
F	2,5	40
G	3,5	45

En las necesidades de agua solamente se computan las en exceso sobre las de precipitación atmosférica.

El valor de la producción es neto de gastos de obtención.

El problema que vamos a estudiar es de programación lineal, aunque lo resolvamos por procedimiento de paso a paso.

Del cuadro anterior lo primero que vemos es que hay algunas rotaciones que dominan a otras, por ejemplo las rotaciones A y B, en donde la A nos da un valor neto superior en el caso de que no se use agua.

Una vez ordenadas las rotaciones en orden de necesidades crecientes de agua, procédese a suprimir todas aquellas que tengan un valor neto inferior a la anterior, con lo que obtendríamos una lista depurada de rotaciones con necesidades de agua y producciones crecientes.

Podemos ya iniciar el cálculo: Determinados previamente cuántas hectáreas hay regables por la represa y cuanta agua vamos a disponer anualmente.

Supongamos tenemos un millón de acres que pueden ser provistos de agua, y que con un cierto diseño de la represa podemos contar con un millón de acres-pies de agua.

Una posibilidad sería escoger la rotación C que nos permite regar el millón de acres, pero esto no sería lo óptimo, pues obtenemos 29 millones de dólares de producto neto.

Pero si doy 1,5 acres pies de agua a 667.000 acres, que es la rotación D obtengo:

$$667.000 \times 34 = 22.667.000$$

y además quedan 333.000 acres que puedo poner a la rotación A, es decir,

$$333.000 \times 22 = 7.333.000$$

En total obtenemos 30 millones de valor neto.

Análogamente haríamos para las restantes alternativas, probando por ejemplo la mitad de acres de E y la mitad de A, obteniendo un valor inferior a la D-A, etc., etc.

Supongamos ahora que alteramos el proyecto de la represa de tal forma que dispongamos de 2.000.000 de acres pies de agua.

Si aquí uso la rotación E obtendría 36 millones de dólares.

Otra combinación sería F-D (50% cada una) en la que obtengo 37 millones, es decir puedo eliminar la rotación E como posible optima.

Realizando las restantes combinaciones veo que todas dan valores netos inferiores.

Pasaría a continuación a estudiar la posibilidad de una presa de 3 millones de acres-pies de agua.

En este caso la combinación óptima sería la GF que nos daría 42,5 millones.

Podríamos formar así un cuadro como el siguiente:

ACRES-PIES	PRODUCTO NETO	BENEFICIO NETO
1 millón	30 millones	8
2 millones	37 millones	15
3 millones	42,5 millones	20,5

El beneficio neto se obtiene restando del producto neto con agua de regadío el correspondiente a la rotación A, que no necesita agua de riego.

El producto es neto de costos por fertilizantes, mano de obra, maquinaria, etc.

Ahora puedo ya comparar con los costos de las represas.

Capitalizo a la tasa del 10%.

BENEFICIOS ACTUALES	COSTOS ACTUALES	VALOR ACTUAL NETO
80	90	- 10
150	120	+ 30
205	180	+ 25

Luego la obra más interesante es la represa de 2 millones de acres pies y utilizar la rotación de cultivos D-F.

Supongamos ahora que obtengo 1 acre-pie más de los 2 millones.

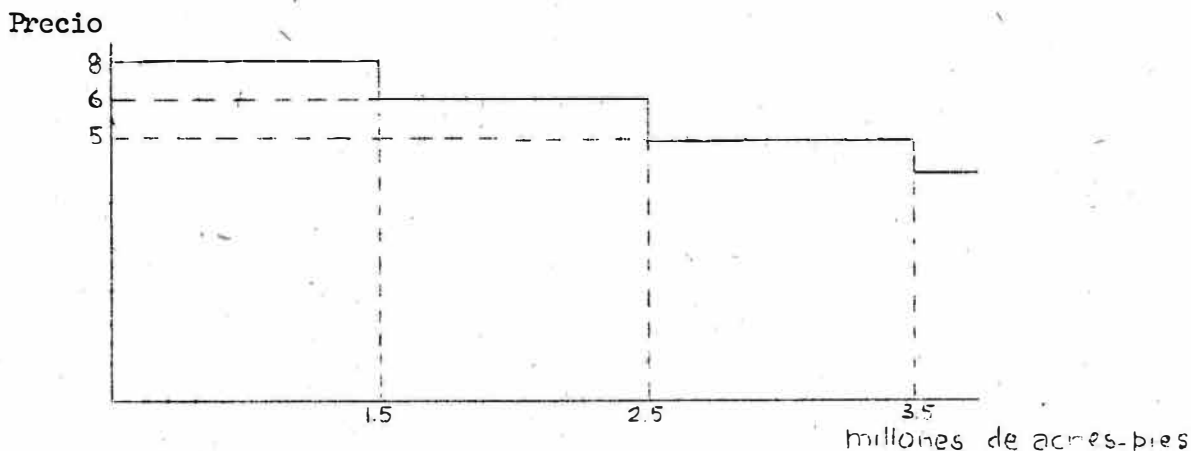
En la rotación D-F tendría,

Rotación D: 499.999

Rotación F: 500.001

Lo que me indica que el valor del acre-pie es de $40 - 34 = 6$.

Si esto mismo lo realizo para los distintos posibles proyectos, obtendré una curva tal como ésta:



Esta sería una curva de demanda para el agua obtenida mediante la programación lineal.

Las discontinuidades que aparecen en la curva, son debidas a los supuestos rígidos establecidos de que a tanta cantidad de agua tanto de valor.

Por ello sería quizás interesante el reconocerlo y tratar de ajustar (aunque sea a ojo) una curva de demanda continua por entre estos escalones.

Si suponemos que existe otro valle fuera de la zona de dominio, al cual se puede llegar mediante una perforación y si suponemos que podemos venderles el agua a \$5,5, podremos afirmar que no estamos interesados en utilizar más de 2,5 millones de acres-pies en la zona de dominio, porque esto nos llevaría a utilizar rotaciones para las cuales el valor del agua es inferior a \$5,5.

Otras veces ocurre que es posible recuperar en parte el agua de riego, es decir que el agua de filtración mediante bombeo es reutilizada.

Naturalmente, solamente podrá ligarse este caso al proyecto en cuestión en el supuesto de que el manto de agua es debido a la construcción de la presa y no al propio río.

Entonces siendo el valor del agua \$6 por acre-pie (por ejemplo en el caso de construir la represa de 2 millones de acres-pies), deberíamos comparar este valor con los costos de bombear agua. Es decir un acre-pie bombeado va a permitirnos pasar un acre más de la rotación D a la rotación F, produciendo así un aumento de valor de \$6.

Si cuesta menos de \$6 el acre-pie, vale la pena el proyecto de bombeo como suplemento del de la presa.

Unas últimas observaciones de carácter general son:

- Al calcular la producción a obtener hay que tener en cuenta el factor aprendizaje de la gente a cultivar en regadío.

- En el costo de la represa debe incluirse el costo de los canales grandes y pequeños de distribución aún incluso dentro de las explotaciones agrícolas salvo que éstos se hayan contado ya en los costos de obtención de la cosecha.