

30 JUL 1968

CATALOGADO

232

06747

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES



# EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

*Curso dictado por el profesor Ing. Ernesto R. Fontaine en  
el Consejo Federal de Inversiones de la República Argentina*

Edición del C. F. I.

Buenos Aires  
1966

El profesor Ernesto R. Fontaine posee los títulos de Ingeniero Comercial de la Universidad Católica de Chile; de Master of Arts, Mención en Economía, y de Doctor of Philosophy, Mención en Economía, de la Universidad de Chicago. Fue profesor de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Católica de Chile en 1959/61; en 1962/66 fue asignado al programa Cuyo por la Universidad de Chicago; en 1965/66 profesor en la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Cuyo. Dicta actualmente en el Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Economic Development Institute), cursos sobre "Evaluación de Proyectos, 1967".

La presente edición fue revisada por el autor.

Interventor del Consejo Federal de Inversiones

Contador ALIETO ALDO GUADAGNI

Director Técnico

Arq. Juan Antonio BALLESTER PEÑA

Director del Curso

Ing. Antonio T. FERNANDEZ

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### Versión de la Primera Clase

En esta clase se tratará de mostrar con una serie de ejemplos lo que se ha dado en llamar "COSTO ECONOMICO". Con estos simples problemas se busca aclarar la diferencia entre lo que es un "COSTO" para un contador o persona que lleva una contabilidad de costos, y un "costo económico". Este último lleva implícito en todos los casos un concepto alternativo, que difiere generalmente del costo contable o histórico.

A - NO HAY DEPRECIACION NI DESGASTE EN MAQUINARIA Y LA TASA DEL INTERES ES COMPLETAMENTE UNIFORME.

#### Caso 1

#### INGRESO ANUAL MINIMO PARA FORMAR LA EMPRESA

Supongamos que una persona quiere saber, disponiendo de un capital, si acaso construye o no una fábrica. Para ello contrata los servicios de un ingeniero que realiza los planos y cálculos de la instalación, determinando cual sería la capacidad óptima de la misma y la maquinaria necesaria para la puesta en marcha. El ingeniero cobra por este asesoramiento \$ 200. Esta cantidad ha sido ya gastada para que se hiciera el estudio de factibilidades exclusivamente de la parte técnica.

Una vez que se tiene el proyecto técnico realizado, se comienza el estudio de

los gastos que demandaría la construcción y operación de la fábrica. Supóngase que son los siguientes:

- Mano de obra necesaria para operar la maquinaria una vez instalada \$ 450. - anuales.
- Patente anual \$ 50.
- Permiso para la construcción de la fábrica \$ 700.

Supongamos que la persona que desea realizar esta inversión trabaja actualmente en otra empresa en que le pagan \$ 500 por año. Si él construyera su propia fábrica, tendría que dejar ese trabajo con lo que dejaría de percibir los \$ 500. Por tanto, éste constituye su "sueldo alternativo". O sea: va a formar la empresa si por lo menos puede ganar en ella \$ 500. Es por ello que aunque no vaya a figurar en la planilla de sueldos esta cantidad, debe imputarse como costo el sueldo alternativo que la persona podría ganar en otra parte (ya que dejaría de percibirlos por trabajar en su propia empresa).

Supongamos que esta persona tiene un capital propio de \$ 10.000 que pueden estar invertidos en bonos, caja de ahorro, acciones, etc. Además, dispone de un crédito bancario de \$ 1.000 que es renovable año a año. Se necesita para la fábrica comprar una máquina que cuesta \$ 10.000. Se supone que la máquina va a durar indefinidamente: que no se desgasta o deprecia con el uso, de modo que puede venderse en cualquier momento por \$ 10.000. Supóngase, además, que se necesita mantener un capital circulante de \$ 300 en concepto de inventarios, saldos bancarios, etc.

Para simplificar el ejemplo se supone que en esta economía rige una tasa del interés del 10%, que es igual para el que pide prestado que para el que presta, como así también que es lo que puede obtenerse en caja de ahorro, bonos, etc. Es por consiguiente una tasa perfectamente uniforme.

La pregunta ahora es: Cuál será el ingreso anual mínimo que va a tentar a esta persona para formar la empresa?

Veamos primeramente cuales son los costos pertinentes para esta decisión.

Para operar la planta debe cubrir, por lo menos:

- |                      |           |
|----------------------|-----------|
| - Mano de obra       | \$ 450. - |
| - Patente anual      | \$ 50. -  |
| - Sueldo alternativo | \$ 500. - |

El capital propio debe redituarse como mínimo el 10%, ya que en caso contrario lo invertiría en bonos o acciones que dan ese 10%. Por lo tanto, aunque es

te item tampoco vaya a figurar en los libros de contabilidad como costo del capital, para la decisión de formar o no la empresa hay que considerarlo como un costo, ya que al distraerlo de otros usos a su posible empresa deja de percibir ese interés.

O, visto desde otro punto de vista, él gasta esos \$ 10.000 en comprar la máquina y deja por ese motivo de recibir \$ 1.000 al año en concepto de intereses, de modo que el costo alternativo de la máquina es \$ 1.000 por año: la máquina debe rendir al año por lo menos ese 10% para que convenga comprarla.

Como todavía no se ha formado la empresa, el dueño deberá distraer los \$ 700 que debe pagar en concepto de permiso de construcción de otra posible inversión alternativa (como sería caja de ahorro) en donde percibiría \$ 70 anuales en intereses. Por lo tanto, debe incluirse como costo ese interés sobre el capital involucrado en el permiso.

Lo mismo sucede con el capital circulante, ya que esos \$ 300, de no formar la empresa, pueden invertirse en otra parte al 10% anual. Entonces, debe exigirse un retorno de \$ 30 sobre el capital invertido en inventarios, etc.

Otra forma de ver el costo de estos dos últimos items es imaginar que los \$ 700 del permiso y los \$ 300 de inventarios se financian con los \$ 1.000 del préstamo bancario, y el costo del crédito bancario es \$ 100 por año.

Por lo tanto, los gastos totales serían:

|  |             |                     |
|--|-------------|---------------------|
| - Mano de obra                             | \$ 450. -   |                     |
| - Patente anual                            | \$ 50. -    |                     |
| - Sueldo alternativo (1)                   | \$ 500. -   |                     |
|  | \$1000.-    | (Costos'directos'') |
|  |             |                     |
| - Interés del capital propio (máquina) (1) | \$ 1.000. - |                     |
| - Interés del capital prestado             | \$ 100. -   |                     |
| Total                                      | \$ 2.100. - |                     |

(1) Costos imputados que no aparecen en los libros de contabilidad).

Cómo consideramos el gasto de \$ 200 del ingeniero, que ya ha sido realizado?

Ese gasto ya ha sido pagado y no puede recuperarse nuevamente (se descarta la posibilidad, en este ejemplo, de que el proyecto técnico pueda ser vendido a otra persona). Esa cantidad ya ha sido gastada y no afecta en nada la deci-

sión de formar o no la empresa, ya que de ninguna manera es un costo recuperable. Por el contrario, todos los demás costos son recuperables (evitables) por el solo hecho de no formar la empresa. O sea, al ser estos alternativos permiten ser recuperados o evitados.

De modo que \$ 2.100 es el ingreso mínimo que se exigirá para formar la empresa: conviene formar la empresa sólo si el ingreso anual fuera mayor que los \$ 2.100 que el dueño puede "obtener" si no la forma.

- Caso 2

### INGRESO ANUAL MINIMO PARA CONTINUAR OPERANDO LA EMPRESA UNA VEZ FORMADA.

Si se supone ahora que la planta ya está operando, cuál debe ser el ingreso mínimo exigido por el individuo para seguir trabajando la empresa?

Esta es una pregunta completamente distinta de la anterior. No importa ahora si la inversión original fué buena o mala, sino si una vez realizada ésta, vale o no vale la pena seguir operando. En este caso, cuál será el ingreso mínimo necesario?

Si el individuo cierra la empresa y se emplea en otro lugar ganaría \$ 500, de modo que un costo alternativo de continuar en ella serán los \$ 500: debe cubrir los \$ 500 para permanecer.

Si suponemos que no han habido cambios en los convenios de trabajo, será necesario cubrir los \$ 450 que se gastarían en mano de obra.

La patente habrá que considerarla o no dependiendo del tiempo que todavía cubre el pago anterior. Supongamos que ya ha vencido y que debe pagar nuevamente \$50 para continuar operando.

Como hemos supuesto que la máquina no sufre desgaste, podría venderse en \$ 10.000 e invertir ese dinero al 10% en otra parte. Por lo tanto, hay que considerar que el costo alternativo de mantenerla operando es de \$ 1.000. Se debe tener en cuenta también el costo alternativo del capital circulante, que sigue siendo \$ 30; o sea, el interés que devengaría ese capital en otra parte.

El permiso de instalación es ahora un gasto que no es pertinente a la decisión de continuar o no, ya que fué gastado y no es recuperable de ninguna manera (como el caso del ingeniero). Con esto, los costos pertinentes son:

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| - Costos directos                | \$ 1.000. - |
| - Interés máquina                | \$ 1.000. - |
| - Interés del capital circulante | \$ 30. -    |
| Total:                           | \$ 2.030. - |

Alternativamente:

|                                  |             |
|----------------------------------|-------------|
| - Costos directos                | \$ 1.000. - |
| - Interés bancario               | \$ 100. -   |
| - Interés sobre "capital propio" | \$ 930. -   |
| Total:                           | \$ 2.030. - |

Si la empresa obtiene un ingreso anual mayor de \$ 2.030 conviene continuar operándola para siempre. Si la empresa ya hubiera contratado la manó de obra con anticipación por un año y hubiese pagado la patente anual, producirá solo por ese año si su ingreso ese año es mayor que \$ 1.530 y cerrará al año siguiente si su ingreso esperado para el futuro es menor que \$ 2.030 por año.

De acá surge la necesidad de hablar de costos evitables e inevitables, en lugar de fijos y variables, en lo que atañe a la toma de decisiones. Por ejemplo, el sueldo del dueño es un costo fijo (ya que no depende de la cantidad de unidades de producción), pero es un costo perfectamente evitable porque se puede evitar si es que no se forma la empresa o se deja de operarla. En cambio el costo del permiso, que también es un costo fijo, es evitable cuando la decisión es formar o no la empresa; pero, una vez que se formó y cuando la decisión es continuar o no, es un costo completamente inevitable.

**B - NO HAY DEPRECIACION NI DESGASTE EN MAQUINARIA Y EXISTE TASA DE INTERES DIFERENCIAL.**

Supóngase que el dueño de la empresa tiene su capital de \$ 10.000 invertido al 10%, y que además puede conseguir crédito del banco al 6%. Este crédito, máximo, de \$ 1.000, es renovable año a año.

Si el crédito obtenido puede ser utilizado para "cualquier" tipo de inversión que desee hacer el empresario, el costo alternativo de usar el crédito en su empresa es 10%, de modo que los cálculos hechos anteriormente no cambian.

Pero si el crédito es un "crédito específico" que puede obtenerse con la condición que debe ser invertido en esa empresa solamente, la situación es diferente,

pues ahora el costo alternativo del crédito no es 10%, ya que no existe ahora la alternativa de invertirlo al 10% en otra parte. Este caso es como si se estuviera comprando el servicio del dinero al precio del 6% anual que cobra el banco, al igual que como se compran los servicios de la mano de obra al precio de \$ 450 al año.

- Caso 1

INGRESO ANUAL MINIMO PARA FORMAR LA EMPRESA.

Como el préstamo es específico, se le exige como mínimo un retorno del 6%: debe imputarse un costo anual en intereses de \$ 60.

Los demás items se mantienen iguales.

|                         |                  |
|-------------------------|------------------|
| - Mano de obra          | \$ 450. -        |
| - Patente anual         | \$ 50. -         |
| - Sueldo alternativo    | <u>\$ 500. -</u> |
|                         | \$ 1.000. -      |
| - Int. capital propio   | \$ 1.000. -      |
| - Int. capital prestado | <u>\$ 60. -</u>  |
|                         | \$ 2.060. -      |

De modo que se formará la empresa si el ingreso anual mínimo es mayor que \$ 2.060.

Vemos que en este caso el ingreso anual mínimo es de \$ 2.060 contra los \$2.100 que se exigían cuando el dinero prestado podía ser invertido en cualquier parte. Es claro entonces, que un préstamo específico constituye un subsidio para la empresa: no se exige de ese capital un retorno igual al que puede obtenerse en otra inversión de mayor retorno.

- Caso 2

INGRESO ANUAL MINIMO PARA CONTINUAR EN LA EMPRESA UNA VEZ FORMADA.

Los denominados costos directos se mantienen invariables. La patente anual se incluirá o no dependiendo de la parte de año que le queda por cubrir. Como la má



quina no ha sufrido desgaste, el valor de ella se mantiene en \$ 10.000. Además, se siguen manteniendo los \$ 300 en capital circulante. Por lo tanto, el capital recuperable es de \$ 10.300.

Si la persona no continuara con la empresa, debería devolver al banco el préstamo de \$ 1.000 (debido a que es un préstamo específico) y, por lo tanto, de los \$ 10.300 del capital recuperable, solo obtendría \$ 9.300 que vendrían a constituir el capital "propio" invertible en cualquier otra parte. A éste se le exige un retorno del 10%, de modo que el costo anual por este concepto es \$ 930. Si continúa la empresa debe seguir pagando al banco \$ 60 anuales. Por lo tanto, el costo es:

|                                |             |
|--------------------------------|-------------|
| - Costos directos              | \$ 1.000. - |
| - Interés del capital propio   | \$ 930. -   |
| - Interés del capital prestado | \$ 60. -    |
| Total                          | \$ 1.990. - |

De modo que el ingreso anual mínimo para continuar en la empresa debe ser mayor que \$ 1.990. -

- Caso 3

#### COMPRA DE UNA MAQUINA ADICIONAL.

Este ejemplo pone de relieve al denominado "costo marginal" o "costo adicional", que es también un costo alternativo.

Supongamos que se tiene la empresa operando y que resulta buen negocio seguir con ella, o sea, el ingreso es mayor que el mínimo exigido.

Se quiere decidir si invertir o no en una máquina adicional que cuesta \$ 10.000. Se supone que se compra la máquina con capital propio y que no hay nuevos gastos en patentes y permisos y, además, que no se necesita más capital circulante.

Se necesita para operar la máquina \$ 450 en mano de obra nueva. Este es un costo marginal o gasto adicional de operar la nueva máquina. Lo mismo ocurre con el interés del capital propio que se va a invertir en la máquina.

|  |             |
|--|-------------|
| - Gasto adicional de mano de obra      | \$ 450. -   |
| - Interés adicional del capital propio | \$ 1.000. - |
|  | \$ 1.450. - |

Entonces, si convenía operar la empresa originalmente, se comprará una nueva máquina adicional siempre que el ingreso adicional sea mayor que \$ 1.450.

Hay que destacar aquí la importancia conceptual de este tipo de análisis.

Se deben considerar solamente los gastos adicionales que atañen a la compra, instalación y operación de la nueva máquina (retorno por la inversión adicional, mano de obra que se debe contratar para que la opere, gastos de instalación, gastos administrativos adicionales que requiere la nueva inversión, energía, mantenimiento, etc.) pero nada más. Hay que olvidarse por completo de los gastos anteriores, porque esos ya están considerados en la decisión de continuar en la empresa.

Vale decir, sólo debe compararse el "GASTO ADICIONAL" de la nueva inversión con el "INGRESO ADICIONAL" de realizarla. La decisión quedará supeditada a si el ingreso marginal es mayor que el costo marginal.

C - HAY DEPRECIACION Y DESGASTE EN LA MAQUINARIA Y EL PRODUCTO SE VENDE AL FINAL DEL EJERCICIO.

Se supone el mismo ejemplo anterior. La empresa está formada y operando, y se desea comprar una máquina adicional. Esta máquina cuesta \$ 10.000 y tiene una vida útil de 3 años, al final de los cuales el precio de recuperación o deshecho es igual a cero. Cuál debe ser el ingreso mínimo adicional para que se decida comprar la máquina? Se supone que el interés es uniforme e igual al 10%.

Como en el ejemplo anterior, debe compararse el gasto adicional con el ingreso adicional, pero ahora para estos tres años en conjunto.

Al principio del primer año se deben gastar \$ 10.000 en la máquina y \$ 450 por la mano de obra de todo el año (suponemos que se paga al principio de año el total de la mano de obra). Al principio del segundo y tercer año hay que pagar \$ 450 por concepto de mano de obra.

El ingreso mínimo de los tres años deberá ser igual al total invertido durante los tres años. La inversión adicional total es:

| <u>Principio del 1er. Año</u>         | <u>Principio del 2º año</u>    | <u>Principio del 3er. Año</u>    |
|---------------------------------------|--------------------------------|----------------------------------|
| Gasto Inicial \$ 10.450               | Gasto Inicial \$ 11.495        | Gasto Inicial \$ 13.139,5        |
| Int. del año \$ <u>1.045</u>          | Man. Obra 2º año \$ <u>450</u> | Man. Obra 3º año \$ <u>450.-</u> |
| Gasto al final del 1er. año \$ 11.495 | \$ 11.945                      | \$ 13.589,5                      |
|                                       | Interés del 2º año             | Intereses del 3er. año           |
|                                       | \$ 1.194,5                     | \$ <u>1.358,95</u>               |
|                                       | Gasto al final del 2º año      | ( <sup>1</sup> ) \$ 14.948,45    |
|                                       | \$ 13.139,5                    |                                  |

(<sup>1</sup>) COSTO MARGINAL DE LA INVERSION.

De modo que el ingreso mínimo adicional o ingreso marginal que debe obtenerse al final de los tres años debe ser mayor que \$ 14.948,45 para que haya incentivo para realizar la inversión.

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA SEGUNDA CLASE

El factor tiempo: LA MAQUINA ADICIONAL DURA TRES AÑOS Y LOS INGRESOS SE PERCIBEN AL FINAL DE LOS TRES AÑOS.

Supongamos que la máquina sea una cuba para almacenar vino. La cuba y el caldo tienen un costo de \$ 10.000. Además, se debe incurrir en un gasto anual por mano de obra de \$ 450, los cuales se pagan al principio de cada año por adelantado. La inversión inicial, por consiguiente, sería de \$ 10.450 para el primer año, con un desembolso de \$450 para el segundo y tercer año. El producto se vende al final del tercer año, luego que ese caldo haya envejecido.

- Caso 1

### INGRESO MINIMO, AL CABO DE LOS TRES AÑOS, PARA REALIZAR LA INVERSION

Como se va a vender el vino al final del tercer año, deseo saber cuál es el ingreso que hace rentable la inversión.

Si el inversor hubiera colocado el dinero invertido cada año en un banco a la tasa de interés del 10% (suponemos que el "mejor" uso alternativo de ese capital rinde el 10%) al cabo de los tres años hubiera obtenido un capital total de \$ 14.948,45: al hacerse la inversión al comienzo de cada año, al final del 3<sup>o</sup> año habrá tenido invertidos \$10.450 por tres años, \$ 450 por dos años y \$ 450 por un año; los \$ 10.450 se convierten en \$ 11.495 para comienzos del 2<sup>o</sup> año, en \$ 12.644,5 para comienzos del 3<sup>o</sup> y en \$ 13.908,95 al final del 3<sup>o</sup> año; los \$ 450 invertidos al comienzo del 2<sup>o</sup> año se convierten en \$ 495 al principio del 3<sup>o</sup> y en \$ 544,5 al final del 3<sup>o</sup> año; los \$ 450 invertidos al comienzo del 3<sup>o</sup> año se convierten en \$ 495 al final del tercero. Vale decir:

$$\$ 13.908,95 + 544,5 + 495 = \$ 14.948,45$$

Otra manera de ver esto es considerar que al capital inicial invertido se le agregan

los intereses del primer año, a esto se le agrega la inversión del 2º año más los intereses de ese 2º año, y así sucesivamente. O sea:

| Año I    |        | Año II        |          | Año III         |           |
|----------|--------|---------------|----------|-----------------|-----------|
| Comienzo | Final  | Comienzo      | Final    | Comienzo        | Final     |
| 10.450   | 11.495 | 450           |          | 450             |           |
|          |        | <u>11.495</u> |          | <u>13.139,5</u> |           |
|          |        | 11.945        | 13.139,5 | 13.589,5        | 14.948,45 |

Se ve claramente que si multiplicamos la inversión inicial por uno más la tasa de interés pertinente se obtendrá la inversión al final del primer año.

$$10.450 (1 + r) = 10.450 (1 + 0,1) = 10.450 (1,1) = 11.495$$

donde  $r =$  tasa de interés pertinente  $= 10\% = 0,1$

Si a la inversión al final del primer año (11.495) le sumamos los gastos del comienzo del 2º (\$450) y multiplicamos todo esto por  $(1 + r)$ , obtendremos la inversión al final del 2º año, y así sucesivamente.

Por consiguiente, podemos llegar a una fórmula con la que se obtiene la inversión final al cabo del período deseado. Llamando

$C_3^I$  el costo al final del período 3 cuando las inversiones se realizan al comienzo del año, tenemos:

$$C_3^I = \left\{ \left[ 10.450 (1,1) + 450 \right] (1,1) + 450 \right\} (1,1) = 14.948,45$$

$$C_3^I = 10.450 (1,1)^3 + 450 (1,1)^2 + 450 (1,1) = 14.948,45$$

$$C_3^I = c_1 (1 + r)^3 + c_2 (1 + r)^2 + c_3 (1 + r)$$

en donde  $c_1, c_2, c_3$  son las inversiones o gastos realizados al principio del año primero, segundo y tercero, respectivamente.

Por lo tanto, la inversión al final del período  $n$  será:

$$C_n^I = \sum_{i=1}^n c_i (1+r)^{n-i+1}$$

la inversión al final del año "n" cuando los gastos e inversiones  $c_i$  se realizan al comienzo de cada año.

$$C_n^I = \sum_{i=1}^n c_i (1+r)^{n-i+1} + G$$

la inversión al final del año n cuando además hay que hacer gastos de desmantelamiento (G) al final del último año.

Se invertirá en la máquina sólo si al cabo de los tres años puede venderse su producción en una cantidad mayor a \$ 14.948,45, pues de lo contrario preferirá invertir ese dinero en las actividades alternativas que le rinden un 10%. Si puede vender su producción en una cantidad exactamente igual a lo invertido, entonces le será indiferente realizarla o no.

Desde ya puede destacarse que "para nada" se ha considerado la depreciación anual de la máquina; sólo nos ha interesado recuperar al cabo de los tres años el costo total invertido en aquello que la máquina produce y que se puede vender al final del tercer año.

Por consiguiente, se realizará la inversión si es que:

$$\text{Ingreso neto} = \text{Ingreso} - \text{Costo} \geq 0$$

$$\text{Ingreso neto} = \text{IN}_n - C_n^I = \text{IN}_n - \sum_{i=1}^n c_i (1+r)^{n-i+1} - G \geq 0$$

- Caso 2

### INGRESO MINIMO PARA CONTINUAR OPERANDO

Supongamos que los ingresos esperados de la venta del producto sean  $(\$14.948,45 + G)$  donde G, mayor que cero, es igual al gasto que debe incurrirse en desmantelamiento, o bien G, menor que cero, es igual al valor de desecho de la máquina o valor recuperable al final de la inversión. Pese a que es indiferente realizar o no la inversión, por ser los ingresos esperados iguales a los costos, supongamos que el individuo realiza la inversión.

Por consiguiente, se supone que ya se ha comprado la máquina y se la ha operado por un año. En el momento en que el individuo está a punto de gastar los \$ 450 correspondientes al 2º año, hay una disminución del precio del producto que produce la máquina

(por ejemplo, el gobierno fija un precio máximo) y hay que decidir si continuar o no con la producción.

Veamos cuales son los costos pertinentes para esta decisión. La máquina ya ha sido comprada, pero puede venderse, de modo que interesa conocer cuál es el capital recuperable de la inversión ya realizada. Este capital recuperable incluirá tanto a la máquina como al producto en elaboración (como dijimos al principio, sería la cuba y el vino que se está añejando). Por lo tanto, los costos recuperables serían: los \$450 que se gastarán en ese momento con sus intereses por dos años; los \$ 450 a gastar a principio del tercer año con los intereses por ese año; el capital recuperable de la máquina y el valor del producto no terminado con sus intereses por dos años. (Se deben incluir los intereses sobre el capital recuperable, porque si decido no continuar con la inversión puedo venderla y colocar ese dinero en otra parte y obtener esos intereses).

O sea:

$$450 (1,1)^2 + 450 (1,1) + K (1,1)^2 + VPNT (1,1)^2$$

K = capital recuperable de la máquina

VPNT = valor del producto no terminado

Si el ingreso que se espera obtener con el nuevo precio al final del tercer año es mayor que esta suma, se continuará con la inversión; caso contrario convendrá vender la máquina y el producto no terminado y colocar ese dinero en otra parte.

De esta manera, el costo de continuar con la inversión es el costo verdadero involucrado en mantener la máquina antes que no mantenerla; este es el costo pertinente para la decisión de continuar operándola.

Este ejemplo muestra que la verdadera amortización o depreciación de la máquina es  $(10.000 - K)$  durante su primer año de vida; que los \$ 450 gastados durante el primer año son totalmente no pertinentes para la decisión de continuar operando la máquina, como asimismo lo es el valor original de la máquina. El costo marginal o adicional pertinente, son los costos que se pueden evitar.

### SOLUCION ALTERNATIVA DE LOS DOS CASOS USANDO VALORES ACTUALES

Otra forma de encarar la solución de estos problemas es actualizando los gastos al período inicial de inversión. Para ello se toma lo que se llama el valor actual o valor presente de un flujo futuro:

#### - Caso 1

El gasto del primer año es \$ 10.450 en valor actual, ya que esos deberían gastarse en el momento en que comienza el primer año, o sea, cuando se inicia la inversión.

Dentro de un año se va a hacer un gasto de \$ 450; dado un interés del 10%, un gasto de \$ 450 que se realizará dentro de un año equivale a un gasto de \$ 409.09 hecho hoy; pues, colocando \$ 409.09 al 10% me permite obtener \$ 450 dentro de un año. Por la misma razón, \$ 450 gastados al cabo de 2 años equivalen a:

$$\frac{450}{(1, 1)^2} = \left\{ \begin{array}{l} \$409,09 \\ (1, 1) \end{array} \right. = \$ 371,90 \text{ gastados ahora.}$$

De modo que el valor actual del flujo de gastos involucrados en la máquina son:

$$10.450 + 409,09 + 371,90 = 11.230,99$$

o sea:

$$10.450 + \frac{450}{(1, 1)} + \frac{450}{(1, 1)^2} = 11.230,99$$

$$c_1 + \frac{c_2}{(1+r)} + \frac{c_3}{(1+r)^2} = C_0^I$$

$$C_0^I = \sum_{i=1}^n \frac{c_i}{(1+r)^{i-1}}$$

es el valor actual del flujo de gastos futuros, cuando el gasto se hace al iniciarse cada año, o sea, al comienzo de cada período.

En cambio, si los gastos se realizaran al final de cada año, la fórmula quedaría:

$$C_0^F = \sum_{i=0}^n \frac{c_i}{(1+r)^i}$$

De esta manera se obtiene el valor presente del flujo de costos. Hay que comparar es te valor con el ingreso esperado, también actualizado al principio del primer período. Si el valor actual de los ingresos excede el valor actual de los costos, conviene realizar la inversión.



- Caso 2

Cuando la decisión es continuar o no operando la máquina, se debe sacar el valor actual al momento en que se deba tomar la decisión. (\*) Deberán compararse el flujo de gastos futuros e ingresos esperados actualizados a esa fecha: Se decidirá continuar con la inversión si los ingresos exceden los costos.

D - LA MAQUINA ADICIONAL DURA TRES AÑOS Y LOS INGRESOS SE PRODUCEN "DURANTE" ESOS TRES AÑOS.

- Caso 1

Suponiendo el mismo ritmo de gastos que en los ejemplos anteriores, al final del tercer año se habrán invertido \$ 14. 948, 45. Alternativamente, el valor actual del volumen de gastos será \$ 11. 230, 99 (el valor actual de los \$ 14. 948, 45 es \$ 11. 230, 99).

Ahora bien, si suponemos que la máquina produce algo que puede venderse en \$ 4. 500 todos los años, conviene hacer la inversión?

a) Supongamos, primeramente, que los ingresos de \$ 4. 500 se obtienen al final del primero, segundo y tercer año, entonces, estos ingresos colocados al interés del 10% producirán al cabo de tres años un ingreso total de \$ 14. 895:

$$B_3^F = 4500 (1,1)^2 + 4500 (1,1) + 4500 = 14.895.$$

siendo  $B_3^F$  el valor esperado de la inversión, o ingreso esperado, cuando los ingresos parciales se realizan al final de cada año.

El ingreso neto al final de los tres años es:

$$I. N_3 = B_3^F - C_3^I = 14.895 - 14.948,45 = - 53,45$$

De modo que el ingreso neto que se obtendrá al final del año 3 será negativo e igual a \$ 53, 45. Si suponemos que el valor de desecho o recuperación de la máquina es mayor que \$ 53, 45, conviene comprar la máquina adicional; de lo contrario vale más la pena invertir ese dinero en inversiones alternativas que rindan un 10%.

La fórmula que nos da el valor de la producción al final de "n" años cuando los ingresos  $v_i$  se perciben al final de cada año  $i$  es, entonces:

(\*) Estrictamente pueden actualizarse los valores a cualquier momento en el tiempo.

$$B_n^F = \sum_{i=1}^n v_i (1+r)^{n-i}$$

b) Si los ingresos se percibieran al comienzo de cada año esta fórmula se transformaría en:

$$B_n^I = \sum_{i=1}^n v_i (1+r)^{n-i+1}$$

donde  $B_n^I$  sería el valor que se tiene al final del período "n".

En el caso en que los ingresos y costos estén coordinados, o sea, que se produzcan simultáneamente, el ingreso neto al final del año "n" será:

$$IN_n^F = B_n^F - C_n^F$$

Los gastos y los ingresos se producen al final de cada período.

$$IN_n^I = B_n^I - C_n^I$$

Los gastos y los ingresos se producen al comienzo de cada año.

Si  $IN_n$  es mayor que cero convendrá realizar la inversión.

Alternativamente, se puede analizar el problema comparando el valor actual del flujo de los ingresos con el valor actual del flujo de costos.

Para obtener el valor actual del flujo de ingresos se procede a actualizar al momento cero cada uno de los ingresos anuales. Si suponemos que los ingresos se perciben al final de cada año será:

$$B_0^F = \frac{4.500}{(1,1)} + \frac{4.500}{(1,1)^2} + \frac{4.500}{(1,1)^3} = 4.090,91 + 3.719,01 + 3.380,92 = 11.190,84$$

y la fórmula para obtener directamente este resultado es:

$$B_0^F = \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{(1+r)^i}$$

valor actual del flujo de ingresos cuando los ingresos parciales  $v_i$  se reciben al final de cada año.

Si suponemos que el valor de desecho de la máquina es \$ 53,45, su valor actual será:

$$53,45 / (1,1)^3 = 53,45 / 1,331 = \$ 40,15$$

De modo que el valor actual del flujo de ingresos incluyendo el valor de desecho será  $11.190,84 + 40,15 = 11.230,99$  igual al valor actual del flujo de gastos. Por lo tanto, la inversión de la máquina se financia y el retorno que se puede obtener de la máquina es igual al que se puede obtener en actividades alternativas.

$$IN_0^F = B_0^F - C_0^F$$

$$IN_0^I = B_0^I - C_0^I$$

Estos son los valores actuales del ingreso neto, cuando tanto los gastos como los ingresos se perciben simultáneamente al final o principio de cada año, respectivamente.

Aquí podemos destacar un punto importante: el ritmo de los ingresos es importante en la decisión de inversiones. A medida que es mayor la tasa de interés, menos importancia tienen los costos e ingresos que se reeditarán en el futuro y mayor importancia tiene, por lo tanto, el período de gestación de la inversión. Cuando la tasa de interés es cero, el momento en que se reeditan los gastos e ingresos es irrelevante; cuando el interés es 10%, los ingresos netos que se obtienen al final del tercer año afectan el valor actual de los ingresos netos en esa cantidad dividida por  $(1,1)^3 = 1,331$ ; con un interés del 30% la afectan en una cantidad dividida por  $(1,3)^3 = 2,197$ ; con un interés del 100% el ingreso neto al final del tercer año afecta al valor actual en esa cantidad dividida por 8. La conclusión que se desprende de esto es que a medida que la tasa de interés es mayor, menor será la probabilidad de que sea rentable invertir en proyectos de larga duración o de largo período de gestación; una tasa baja de interés, por el contrario, alienta las inversiones de largo plazo y/o de largo período de gestación.

#### - Caso 2

La empresa está formada y ha transcurrido un año; cuál ingreso hace rentable continuar la empresa?

Los ingresos que ya ganó, ganados están, de modo que no deben considerarse para la decisión de continuar; el capital que ya invirtió, invertido está, y sólo interesa el capital que se puede recuperar de la máquina. De modo que los cálculos son iguales a los que se hicieron en el punto C. 2 (Se presume aquí que no hay productos no terminados).

Con los ejemplos anteriores se ha querido mostrar que el criterio "correcto" para evaluar un proyecto de inversión, es determinar el valor actual de los ingresos netos esperados cuando el flujo de ingresos netos se descuenta a la tasa de interés pertinente. La tasa de interés pertinente debe ser el costo alternativo del capital para el dueño del negocio. Si  $IN_0 > 0$  el proyecto es deseable; cuando  $IN_0 < 0$ , el proyecto no debe realizarse. No se ha analizado el problema de decidir entre distintos proyectos. Sólo se ha comparado invertir en un proyecto versus invertir ese capital en el banco. Posteriormente se encarará el problema de distribuir una cantidad de dinero o de crédito entre varios proyectos de inversión: decidir en cuál de ellos es más conveniente invertir.

Existen otros criterios que se han usado para evaluar proyectos de inversión. Los más conocidos son: A) La tasa interna de retornos y B) La razón de beneficios a costos.

#### A - LA TASA INTERNA DE RETORNOS

La tasa interna de retornos,  $\rho$ , es aquella tasa de interés que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos futuros. Vale decir, es aquella tasa de descuento que aplicada a un flujo de beneficios netos hace que el beneficio neto al año cero sea exactamente igual a cero. La fórmula (1) indica el valor actual del flujo de beneficios netos, descontados a la tasa de interés "r", cuando estos  $IN_i$  se producen al final del año "i".  $IN_0$ , por lo tanto, es: el

$$(1) \quad BN_0^F = \sum_{i=0}^n \frac{IN_i}{(1+r)^i}$$

monto de la inversión original que ha producido ese ingreso neto al final del año cero. Variando el valor para "r", se determinará la tasa interna de retornos  $\rho$ ; esta tasa, como se dijo más arriba, es aquella tasa que hace  $BN_0^F = 0$ . Vale decir, se define a  $\rho$  en la fórmula (2):

$$(2) \quad BN_0^F = 0 = \sum_{i=0}^n \frac{IN_i}{(1+\rho)^i}$$

Debe destacarse que se está presumiendo que los gastos se hacen perfectamente sincronizados con los ingresos, de modo que  $IN_i$  se obtiene al final del período i (para  $i=0, 1, 2, 3, \dots, n$ ) sin que hayan nuevos ingresos netos hasta el final del período siguiente.

Es conveniente realizar la inversión, dice la regla de decisión, cuando la tasa de

interés del mercado es menor que la tasa interna de retornos; o sea, cuando el uso del capital en inversiones alternativas "rinde" más que el capital invertido en esta empresa.

Veamos algunos ejemplos suponiendo que la tasa de interés del mercado es del 10%:

$$IN_0 = \$ -100 ; IN_1 = \$ 120.$$

siendo  $IN_0$  un ingreso neto al final del año cero (principio del año 1).

Cuando el ingreso neto es negativo quiere decir que los gastos superan a los ingresos en ese período.  $IN_1$  es el ingreso neto al final del año 1.

Aplicando la definición de tasa interna de retornos, obtenemos:

$$0 = -100 + \frac{120}{(1+r)}$$

y despejando de esta ecuación el valor de  $r$  :

$$100 = \frac{120}{(1+r)} ; 100(1+r) = 120 ; r = \frac{20}{100} = 20\%$$

Como la tasa interna de retornos (20%) es mayor que la tasa de interés (10%), conviene hacer la inversión.

Veamos un ejemplo en donde intervienen tres períodos y los ingresos netos son  $IN_0$ ,  $IN_1$ , y  $IN_2$ .

$$0 = IN_0 + \frac{IN_1}{1+r} + \frac{IN_2}{(1+r)^2}$$

$$0 = IN_0(1+r)^2 + IN_1(1+r) + IN_2$$

Resolviendo esta ecuación se obtiene el valor de  $r$

$$0 = 1 + r^2 + 2r + \frac{IN_1}{IN_0} + \frac{(IN_1)}{(IN_0)} r + \frac{IN_2}{IN_0}$$

$$0 = r^2 + r \frac{(2 IN_0 + IN_1)}{IN_0} + \frac{(IN_0 + IN_1 + IN_2)}{IN_0}$$

$$r = -\frac{1}{2} \frac{(2 IN_0 + IN_1)}{IN_0} \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(2 IN_0 + IN_1)^2}{IN_0^2} - 4 \frac{(IN_0 + IN_1 + IN_2)}{IN_0}}$$

$$r = -\frac{1}{2} \frac{(2 IN_0 + IN_1)}{IN_0} \pm \frac{1}{2 IN_0} \sqrt{(2 IN_0 + IN_1)^2 - 4 IN_0 (IN_0 + IN_1 + IN_2)}$$

Si ahora suponemos el siguiente flujo:

$$IN_0 = -10 ; IN_1 = 8 ; IN_2 = 4,8 \text{ el valor de la tasa de retornos}$$

será:

$$r = -\frac{1}{2} \frac{(-20 + 8)}{-10} \pm \frac{1}{20} \sqrt{(12)^2 + 40 (-10 + 8 + 4,8)}$$

$$r = -\frac{1}{2} (1,2) \pm \frac{1}{20} \sqrt{144 + 40 (2,8)}$$

$$r = -0,6 \pm \frac{1}{20} \sqrt{256} = 0,6 \pm \frac{16}{20}$$

$$r = -0,6 \pm 0,8$$

Como vemos, hay un solo valor positivo para  $r$ , de modo que la tasa interna de retornos es  $r = 0,2 = 20\%$ .

Vale decir, conviene hacer la inversión pues la tasa interna de retornos es mayor que la tasa de interés del mercado: 20% vs. 10%.

Sin embargo, la tasa interna de retornos trae problemas cuando se producen cambios de signo en el polinomio (o sea cuando alternadamente los ingresos netos son positivos y negativos).

Supongamos el siguiente flujo de ingresos netos:

$$IN_0 = -10 ; IN_1 = +50 ; IN_2 = -60$$

de modo que al final del segundo período hay que incurrir en un gasto grande de reposición, que no podrá recuperarse. El valor para  $f$  es:

$$f = -\frac{1}{2} \frac{(-20 + 50)}{-10} + \frac{1}{20} \sqrt{(-20 + 50)^2 + 40(-10 + 50 - 60)}$$

$$f = +\frac{3}{2} \pm \frac{1}{20} \sqrt{900 - 800}$$

$$= +\frac{3}{2} \pm \frac{1}{20} \begin{cases} f = 1 = 100\% \\ f = 2 = 200\% \end{cases}$$

De modo que la tasa interna de retorno es, alternativamente, del 100% ó del 200%. Vale la pena hacer la inversión?

Es evidente que la respuesta es no; la inversión tiene, debido a que la tasa de interés del mercado es del 10%, un valor actual de sus flujos de ingresos que es negativo.

$$V_0^F = -10 + \frac{50}{1,1} - \frac{60}{(1,1)^2}$$

$$V_0^F = -10 + 45,45 - 49,58 < 0$$

y, por lo tanto, conviene más invertir en otra parte ese dinero al 10%.

Debido a inconvenientes de este tipo es que el análisis de la tasa interna de retornos no es recomendable.

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Inf. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA TERCERA CLASE

Vimos que existían otros dos métodos para la evaluación de proyectos, y que ellos eran A) Tasa interna de retornos y B) La razón de beneficios a costos.

A - Al desarrollar este punto notamos que la obtención de la tasa interna de retornos presenta a veces una indeterminación, proveniente de más de una solución posible.

Veamos ahora algunos ejemplos que ayudarán a poner en claro el concepto implícito de lo que es tasa interna de retornos.

1) Supongamos que una inversión dará un flujo de \$ 100 por tres años y que ella cuesta en este momento \$ 240.

La tasa interna de retornos  $\rho$  era aquella tasa que hacía cero el valor actual del flujo de beneficios netos.

Probemos con una tasa  $\rho = 8\%$

$$\begin{aligned} B_0 &= 100/1,08 + 100/(1,08)^2 + 100/(1,08)^3 \\ &= 100(0,9259) + 100(0,8573) + 100(0,7938) = 100(2,577) = 257,7 > 240 \end{aligned}$$

por consiguiente, la tasa será mayor que 8%. Probemos con  $\rho = 10\%$

$$\begin{aligned} B_0 &= 100(0,9091) + 100(0,8264) + 100(0,7513) = 100(2,4868) = \\ &= 248,68 > 240 \end{aligned}$$

Probemos con  $\rho = 12\%$

$$\begin{aligned} B_0 &= 100(0,8929) + 100(0,7972) + 100(0,7513) = 100(2,4019) = \\ &= 240,19 \end{aligned}$$

de modo que la tasa interna de retornos es muy poco mayor del 12%, ya que esa tasa iguala al valor actual de los flujos de ingresos con el valor actual de inversión.



- 2) Supongamos una inversión que cuesta actualmente \$ 240 y que rinde \$ 100 en el final del décimo año, 100 al final del 11<sup>o</sup> año y 100 al final del 12<sup>o</sup> año.

Para  $r = 10\%$

$$B_0 = 100 / (1,1)^{10} + 100 / (1,1)^{11} + 100 / (1,1)^{12} =$$

$$= 100 (0,3505) + 100 (0,3186) + 100 (0,2897) = 100 (0,9588) = 95,88$$

Para  $r = 5\%$

$$B_0 = 100 (0,5847) + 100 (0,5568) + 100 (0,5303) = 100 (1,6718) = 167,18$$

Para  $r = 2\%$

$$B_0 = 100 (0,8043) + 100 (0,7885) + 100 (0,7730) = 100 (2,3658) = 236,58$$

Para  $r = 1,75\%$

$$B_0 = 100 (0,8263) + 100 (0,8121) + 100 (0,7981) = 100 (2,4365) = 243,65$$

Vale decir que la tasa interna de retornos está comprendida entre 1,75 % y el 2 %.

- 3) Una inversión que rinde \$ 100 todos los años y para toda la vida y que vale ahora \$ 1.000 tiene una tasa interna de retornos del 10 %, pues

$$1.000 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{100}{(1+r)^i} \Rightarrow r = 10\%$$

- 4) La tabla de más abajo indica el  $r$  correspondiente a una inversión original de  $IN_0$  cuando los beneficios son de \$ 100 por año durante los 10 años que siguen al año de la inversión original:

| $IN_0$ | $r$  |
|--------|------|
| 614,40 | 10 % |
| 671,-- | 8 %  |
| 702,40 | 7 %  |
| 736,-- | 6 %  |
| 811,10 | 4 %  |
| 898,30 | 2 %  |
| 947,10 | 1 %  |

- 5) Supóngase que existe el siguiente flujo de ingresos netos al final del año 0, año 1 y año 2, respectivamente

$$v_i = 10 \quad + \quad 30 \quad + \quad 25$$

aplicando la definición de tasa de retornos y ocupando la fórmula obtenida en la clase anterior para el caso de tres períodos, obtendremos:

$$r = -1/2 \left( \frac{-20 + 30}{-10} \right) \pm 1/20 \sqrt{(-20 + 30)^2 + 40(-10 + 30 - 25)} =$$

$$r = -1/2 \pm 1/20 \sqrt{100 - 200} = -1/2 \pm 1/2 \sqrt{-1}$$

O sea, el valor de  $r$  es imaginario!

Pero si tomamos el valor actual del flujo a la tasa de interés pertinente (supóngase que es 10 %), se obtiene:

$$BN_0 = -10 + \frac{30}{(1,1)} - \frac{25}{(1,1)^2} = -3,39$$

Alternativamente, el valor de esta inversión al final del segundo año (la capitalización del flujo al año 2 en lugar del valor actual) es:

$$BN_2 = -10(1,1)^2 + 30(1,1) - 25 = -4,1$$

(Cálculo el  $r$  para el flujo de ingresos netos  $+10 - 30 + 25$ ).

La conclusión que se obtiene de estos ejemplos es que debe usarse con mucho cuidado la regla que incorpora la tasa interna de retornos.

Habrà solo una solución para  $r$  cuando durante los primeros años han habido ingresos netos negativos y luego los ingresos son todos positivos.

El problema de la ambigüedad que surge en el uso de la tasa interna de retornos proviene del hecho que en su cálculo se está presumiendo que las pérdidas y las ganancias se reinvierten a la tasa interna de retornos.

## B - LA RAZON DE BENEFICIOS A COSTOS

La regla dice que debe hacerse la inversión sólo si la razón de beneficios a costos es mayor que la unidad; o sea, sólo si los beneficios son mayores que los costos.

Es evidente que esta regla se refiere a la razón entre los valores actuales de los beneficios y costos. Por lo tanto, es una regla correcta para decidir si vale o no la pena hacer una inversión.

En términos de un ejemplo, supóngase que el flujo de costos y de ingresos de una inversión es:

|            |     |       |       |
|------------|-----|-------|-------|
| Costos     | 100 | 950   | 1.050 |
| Beneficios | 0   | 1.000 | 1.150 |

Supóngase  $r = 10\%$

$$C_0 = 100 + \frac{950}{(1,1)} + \frac{1.050}{(1,1)^2} = 100 + 863,64 + 867,77 = 1.831,41$$

$$B_0 = \frac{1.000}{(1,1)} + \frac{1.150}{(1,1)^2} = 909,09 + 950,41 = 1.859,50.$$

$$\text{VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS NETOS} = 1.859,50 - 1.831,41 = 28,09 \lambda$$

y la razón es:

$$\frac{B_0}{C_0} = 1,015$$

Sin embargo, una persona perfectamente honesta podría con esos mismos datos formar el siguiente flujo:

|                      |     |    |     |
|----------------------|-----|----|-----|
| Costos (inicial)     | 100 | 0  | 0   |
| "Beneficios" (netos) | 0   | 50 | 100 |

$$C_0 = 100$$

$$B_0 = \frac{50}{(1,1)} + \frac{100}{(1,1)^2} = 45,45 + 82,64 = 128,09$$

$$\text{VALOR ACTUAL DE LOS BENEFICIOS NETOS: } 128,09 - 100 = 28,09 \lambda$$

pero la razón es:

$$\frac{B_0}{C_0} = 1,281$$

Se ha obtenido una razón de beneficios a costos mayor que en el anterior para un mismo valor actual de los beneficios netos. Aparentemente entonces, la segunda inversión

es mejor que la primera, aunque ambas son igualmente buenas (exactamente la misma inversión).

De esto se desprende que este criterio de evaluación es correcto, siempre que sea usado para decidir si realizar o no una inversión; pero no lo es para decidir cuál inversión es más conveniente.

### CAMBIOS EN LA TASA DE INTERES PERTINENTE

En todos los ejemplos anteriores habíamos supuesto que la tasa de interés era una constante a lo largo de la vida del proyecto.

En la realidad, este puede no ser el caso: habrá años durante los cuales hay abundancia de fondos para inversiones, y otros durante los cuales hay escasez, provocados éstos por el ciclo económico o por cambios en la cantidad de ayuda extranjera, créditos internacionales, o política crediticia nacional.

Se sigue de esto que cuando la tasa de interés es baja deben hacerse las inversiones de más largo plazo o las inversiones de largo período de gestación que se ven favorecidas por una tasa de interés menor? Si bien es cierto que estas inversiones se verán favorecidas en algo por una menor tasa de interés, se verían más favorecidas si la tasa de interés con la cual deben descontarse todos los flujos futuros es más baja; pero, la situación de abundancia de fondos para inversión puede ser temporaria.

Supóngase un flujo de ingresos netos que se reditúan al final del año "i" (para i = 0, 1, 2).

|        |        |        |
|--------|--------|--------|
| $IN_0$ | $IN_1$ | $IN_2$ |
| - 120  | + 50   | + 100  |

El valor actual de este flujo es + 8,10 cuando la tasa de interés es del 10 %, de modo que es rentable al 10 % de interés.

Supóngase ahora que hay razones para suponer que la tasa de interés será del 25 % durante el segundo año. Conviene hacer la inversión?

El valor actual del flujo, en estas condiciones, es:

$$IN_0^P = -120 + \frac{50}{(1,1)} + \frac{100}{(1,1)(1,25)}$$

$$IN_0^P = -120 + 45,45 + 72,73 = -1,82$$

Por consiguiente, no conviene hacer la inversión en estas condiciones, pues el valor actual del flujo de ingresos netos futuros es menor que cero.

Veamos otro caso. Si la tasa de interés es constante e igual al 25 %, no conviene efectuar un proyecto que reditúa el siguiente flujo de ingresos:

|                 |                 |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|
| IN <sub>0</sub> | IN <sub>1</sub> | IN <sub>2</sub> |
| - 110           | + 50            | + 100           |

pues el valor actual del flujo es negativo:

$$IN_0^F = -100 + \frac{50}{(1,25)} + \frac{100}{(1,25)^2}$$

$$IN_0^F = -110 + 40 + 64 = -6$$

Sin embargo, si la tasa de interés durante el segundo año es del 10 %, tenemos:

$$IN_0^F = -110 + \frac{50}{(1,25)} + \frac{100}{(1,25)(1,10)}$$

$$IN_0^F = -110 + 40 + 72,72 = +1,72$$

y, por lo tanto, conviene hacer la inversión (Puede, sin embargo, ser más conveniente postergar un año la iniciación del proyecto. Este aspecto se trata más adelante).

La conclusión que se desprende de estos ejemplos es que no debe usarse una única tasa de interés para tomar los valores actuales, sino que deben usarse las tasas de interés que se espera rijan durante cada uno de los años en que se reditúan los beneficios netos.

$$IN_0^F = IN_0 + \frac{IN_1}{(1+r_1)} + \frac{IN_2}{(1+r_1)(1+r_2)} + \dots +$$

$$+ \frac{IN_n}{(1+r_1)(1+r_2)(1+r_3)\dots(1+r_n)}$$

$$IN_0^F = \sum_{i=0}^n \frac{IN_i}{\prod_{j=1}^i (1+r_j)}$$

Al respecto, vale la pena destacar una de las relaciones que existe entre las tasas de interés de bonos (documentos) de distintos plazos. Hoy, por ejemplo, existe una tasa de interés para un documento que vence dentro de un año. Este documento puede comprarse ahora en  $P_0$  y al cabo de un año va a obtenerse  $P_1$ , de modo que la tasa de interés implícita en el documento es:

$$r_1 = \frac{P_1 - P_0}{P_0}$$

Al mismo tiempo, hoy existe un precio para un documento que vence dentro de dos años y la "tasa de interés" implícita es:

$$r_2^* = \frac{P_2 - P_0}{P_0}$$

de modo que  $r_2^*$  es la "tasa de interés" para un documento que se mantendrá por dos años. Cuál es la tasa de interés que se espera rija durante el segundo año?

Si estas tasas de interés son de equilibrio, en el sentido que las personas están en efecto comprando los dos tipos de documentos, y se observa que  $r_1 = r_2^*$ , debe ser cierto que la gente espera que el tipo de interés durante el segundo año sea cero. La única razón por la cual la gente compraría bonos con dos años de duración, siendo  $r_1 = r_2^*$ , es que esperan no poder sacarle ningún interés a su dinero durante el segundo año; es decir, que si pudieran obtener algún interés durante el segundo año en otra actividad, preferirían comprar el bono de un año y reinvertir el dinero en esa actividad el segundo año antes que comprar un documento que dura dos años y que le reporta el mismo beneficio que el de 1 año.

De modo que si la "tasa de interés" del documento de dos años de duración es mayor que la del que dura un año, esa diferencia refleja la tasa de interés que se espera regir durante el segundo año. Si se espera que  $r_2 = 0$ , deben ser por fuerza  $r_1 = r_2^*$ . Pero si se espera que  $r_2$  será distinta de 0, entonces:

$$(1 + r_2^*) = (1 + r_1) (1 + r_2)$$

Vale decir, si en este momento se están comprando documentos de uno y dos años de duración, debe cumplirse que el "interés" devengado por el documento de dos años a la "tasa"  $r_2^*$ , sea igual al interés devengado por un documento a un año a la tasa  $r_1$ , cuando se reinvierte ese monto durante el segundo año a la tasa esperada  $r_2$ . De aquí podemos obtener, por lo tanto, el valor esperado de la tasa de interés para el segundo año:

$$r_2 = \frac{(1 + r_2^*)}{(1 + r_1)} - 1$$

Supóngase, por ejemplo, que puedo comprar en \$ 100 un documento que vence al cabo de un año y que me dá \$110, y también puedo comprar hoy en \$100 un documento que vence dentro de dos años y que dará \$115,5. Cuál es la tasa de interés esperada durante el segundo año?

$$r_1 = \frac{110 - 100}{100} = 10\% = 0,1$$

$$r_2^* = \frac{115,5 - 100}{100} = 15,5\% = 0,155$$

$$r_2 = \left[ \frac{(1 + 0,155)}{(1 + 0,1)} \right] - 1 = 1,05 - 1 = 0,05$$

$$r_2 = 5\%$$



Este resultado es perfectamente obvio. Yo compraré el bono de dos años sólo si puedo obtener con él el 10% durante el primer año, pues de lo contrario compro el documento de un año de duración. Vale decir, el capital invertido en el bono de dos años al cabo de un año tiene un valor de \$110; el interés durante el segundo año debe ser, entonces:

$$r_2 = \frac{115,5 - 110}{110} = \frac{5,5}{110} = 0,05 = 5\%$$

De modo que si bien es cierto que parece un tanto teórico o utópico incluir tasas esperadas de interés en la evaluación de proyectos de inversión, es perfectamente viable su cálculo por el método antes expuesto.

La fórmula general es:

$$(1 + r_1^*) = \prod_{j=1}^n (1 + r_j)$$

De modo que la fórmula para obtener el valor actual de los beneficios netos de un proyecto de inversión cuando hay tasas de interés diferentes para cada año, puede escribirse como:

$$IN_0^F = \sum_{i=0}^n \frac{IN_i}{(1+r_i^*)}$$

Alternativamente, la fórmula para encontrar las tasas de interés esperadas durante el año "i", puede escribirse como:

$$(1+\hat{r}_i)^i = \prod_{j=1}^i (1+r_j)$$

donde  $\hat{r}_i$  es la tasa de interés implícita en un documento con "i" años de duración. En términos del ejemplo anterior, un documento que hoy vale \$ 100 y que al cabo de dos años reditúa \$ 115,5 tiene un  $r_2$  de aproximadamente 7,47 %, pues:

$$\frac{115,5}{(1,0747)^2} = \frac{115,5}{1,15498} = 100$$

Vale decir, la tasa de interés esperada para el segundo año,  $r_2$ , es:

$$1,15498 = (1,1) (1+r_2)$$

$$1,15498 = 1 + r_2$$

$$1,1$$

$$1,05 = 1 + r_2$$

$$r_2 = 0,05$$

Con esto, la fórmula que debe usarse para obtener el valor actual del flujo de beneficios netos de un proyecto de inversión puede también escribirse como:

$$IN_0^F = \sum_{i=0}^n \frac{BN_i}{(1+\hat{r}_i)^i}$$



El que evalúa un proyecto de inversión puede obtener los valores de  $\hat{r}_i$  (ó de  $r_i^*$ ) observando las cotizaciones en las bolsas de corredores. Uno de los problemas que deberá solucionar es el distinto grado de riesgo que llevan implícitos diferentes documentos financieros. Tocaremos nuevamente estos puntos cuando se estudien los problemas introducidos por el racionamiento de capitales.

- \* -

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA CUARTA CLASE

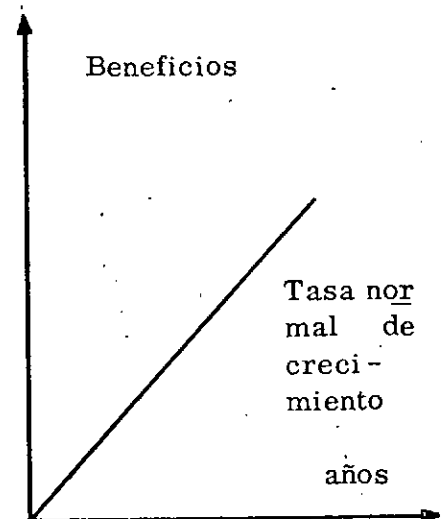
#### - EL MOMENTO EN QUE DEBE HACERSE LA INVERSION

Puede ser que el valor actual del flujo de los beneficios netos de una inversión sea positivo, de modo que sea rentable realizarla. Este valor positivo nos está indicando únicamente que es conveniente realizarla, pero nada nos dice del momento óptimo de hacerlo. Puede que aunque sea rentable invertir hoy, convenga más postergar la iniciación del proyecto por uno o más años, y obtener de esa manera un volumen de beneficios netos mayor. Veamos el análisis que hay que realizar para poder determinar el momento óptimo de construcción, y los casos que pueden presentarse.

- a) La inversión dura para siempre y los beneficios son función del tiempo, independiente del momento en que se construye el proyecto.

En este caso se presupone que los beneficios son función exclusivamente del tiempo, de modo que ellos no se ven afectados por el hecho de construir el proyecto. Puede ser el caso de una carretera en donde los beneficios los medimos por la cantidad de automóviles que usan la carretera, y la cantidad de automóviles es una función del tiempo: a medida que pasan los años habrá más de ellos.

Suponemos aquí que la construcción de la carretera no induce a que la gente use más la carretera por el sólo hecho de que se construyó. O sea, en este caso no se tiene en cuenta la tasa normal o vegetativa del crecimiento de la población de automóviles.



Supongamos que la construcción de la carretera requiera una inversión de \$ 100, que

existe una tasa de interés del 10%, que los beneficios dependen únicamente del tiempo, y que la inversión dura para siempre. Supongamos que los beneficios anuales crecen a razón de \$ 1 por año indefinidamente, o sea año 1,  $B_1 = 1$ ; año dos,  $B_2 = 2$ ;  $B_3 = 3$ ;  $B_4 = 4$ , ...  $B_9 = 9$ ,  $B_{10} = 10$ ,  $B_{11} = 11$ , ... Hacer la inversión hoy tiene un valor actual de los flujos de:

$$BN_0 = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{B_i}{(1 + 0,1)^i} = 100$$

El tiempo óptimo de construcción es, obviamente, en el período 10, donde el costo imputado por el interés anual sobre el capital invertido es igual al beneficio neto anual. Construir antes del año 10 puede también ser un buen negocio en el sentido que  $BN_0$  es mayor que cero, pero más vale invertir esos \$ 100 al 10 % en otra actividad hasta tanto este proyecto rinda el 10 % durante (incluso) su primer año de vida.

b) La inversión tiene una vida de "n" años y los beneficios son exclusivamente función del tiempo, independiente del momento que se construye el proyecto.

Este es el mismo caso anterior, pero acá la vida (útil) de la inversión no es infinita. Por este motivo la solución no es tan obvia.

Como el proyecto tiene una vida de "n" años, al construirlo hoy tenemos los siguientes beneficios netos:

$$- C_0 \quad B_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4 \quad \dots \quad B_n$$

Mientras que los beneficios netos de construirlo el año próximo son:

$$- C_1 \quad B_2 \quad B_3 \quad B_4 \dots B_n \quad B_{n+1}$$

Obsérvese que los flujos se desplazan o desfazan en un período, manteniéndose iguales los valores de los beneficios obtenidos en cada año calendario, ya que se presupuso que éstos crecen independientemente del momento en que se construye el proyecto que tiene una vida útil de "n" años. Si analizamos las dos series de valores o flujos de beneficios:

$$C_0 \quad \text{y} \quad B_{n+1}$$

las finanzas involucradas en hacerlo el próximo período en lugar de construirlo hoy. Por otra parte, las pérdidas involucradas o derivadas de hacerlo el próximo período en lugar de hoy, son:

$$C_1 \quad \text{y} \quad B_1$$

Si tomamos el valor actual de la suma de estos cuatro valores, se obtiene el valor actual de la variación neta por realizar la inversión en uno o otro período:

$$\Delta BN_0 = C_0 - \frac{C_1}{(1+r)} - \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Notamos que pueden presentarse dos casos: que el costo  $C_1$  de hacerse el próximo período sea o no igual al costo  $C_0$  de hacerlo hoy. (No se contemplan aquí los problemas introducidos por la inflación, ya que se habla en términos reales).

Si los costos de inversión no cambian,  $C_0 = C_1$ , la expresión anterior queda:

$$\Delta BN_0 = C_0 - \frac{C_0}{(1+r)} - \frac{B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}} = \frac{(1+r)C_0 - C_0 - B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

$$\Delta BN_0 = \frac{rC_0 - B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Si los costos de inversión cambian  $C_0 \neq C_1$ , entonces:

$$\Delta BN_0 = \frac{rC_0 + (C_0 - C_1) - B_1}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}}{(1+r)^{n+1}}$$

Si esta variación del valor actual de los flujos es positiva, es conveniente postergar la inversión (ya que de esa manera se aumenta el volumen de beneficios); si la variación resulta negativa, es señal de que conviene iniciar de inmediato la construcción, porque a medida que se postergue, el volumen de beneficios se hace menor. En caso de ser igual a cero, indica que se está obteniendo el mismo beneficio construyendo hoy o el próximo año; por consiguiente, será ésta la fecha óptima de iniciación. El proceso de calcular  $\Delta BN_0$  debe hacerse año por año si éste resulta ser positivo, y se iniciará el proyecto cuando:

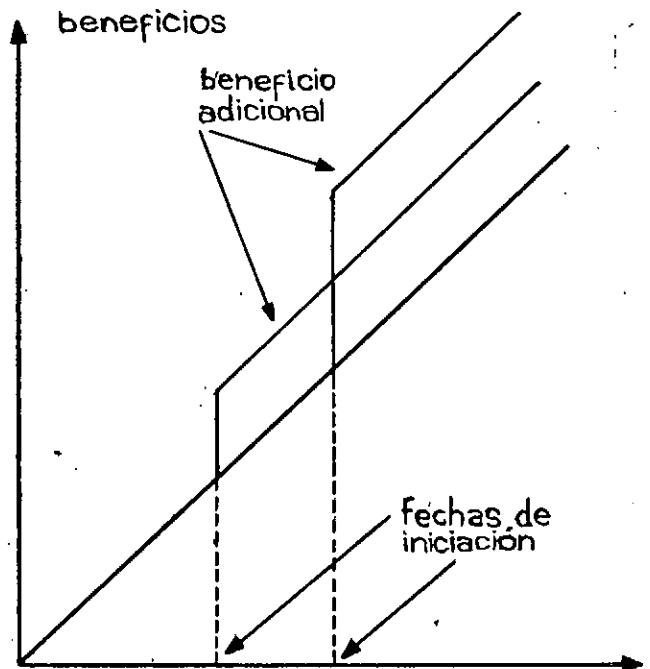
$$\Delta BN_0 = 0$$

Momento óptimo de construcción.

Con cualquiera de las fórmulas anteriores puede verse más claramente el caso desarrollado en (a), cuando  $n = \text{infinito}$ , o sea, cuando la inversión duraba para siempre. El  $\Delta BN_0$  depende exclusivamente de  $rC_0$  y de  $B_1$ , de modo que el tiempo óptimo de construcción del proyecto es cuando los cargos por intereses ( $rC_0$ ) son iguales a los beneficios del período siguiente ( $B_1$ ).

c) La inversión tiene una vida de "n" años y los beneficios son función del tiempo y del momento en que se construye el proyecto.

En este caso se presupone que los beneficios, además de ser función del tiempo, dependen también del momento en que se construye el proyecto: hay un beneficio adicional debido a la construcción misma del proyecto. Citando otra vez el caso de la carretera donde medimos los beneficios por el volumen del tráfico. La cantidad de automóviles es función del tiempo (a medida que pasan los años habrá más de ellos); pero, la construcción de la carretera hará que la gente use más la carretera y/o se desarrollen nuevos centros industriales por el solo hecho de que ahora existe una carretera. O sea, aquí se tiene en cuenta el crecimiento normal de la población de autos y además el aumento adicional provocado por la realización del proyecto.



Supongamos, además, que los costos de inversión son también función del tiempo: cambian de un período a otro.

Si se construye hoy, tendremos el siguiente flujo de beneficios (para el proyecto que llamaremos "1"):

$$C_1^1 \quad B_1^1 \quad B_2^1 \quad B_3^1 \quad \dots \quad B_n^1$$

si se construye el próximo año (el proyecto que llamaremos "2"):

$$C_2^2 \quad B_2^2 \quad B_3^2 \quad \dots \quad B_n^2 \quad B_{n+1}^2$$

Si se toma el valor actual de la diferencia de estos dos flujos, se obtiene la variación neta del valor actual del volumen de beneficios:

$$\Delta BN_0 = C_1^1 - \frac{B_1^1}{(1+r)} - \frac{C_2^2}{(1+r)} + \frac{B_{n+1}^2}{(1+r)^{n+1}} + \sum_{i=2}^n \frac{(B_i^2 - B_i^1)}{(1+r)^i}$$

sacando común denominador  $(1 + r)$  y operando, queda:

$$\Delta BN_0 = \frac{rC_1^1 + (C_1^1 - C_2^2) - B_1^1}{(1 + r)} + \frac{B_{n+1}^2}{(1 + r)^{n+1}} + \sum_{i=2}^n \frac{(B_i^2 - B_i^1)}{(1 + r)^i}$$

Nuevamente, si  $\Delta BN_0$  es mayor que cero, conviene postergar la inversión; de lo contrario conviene iniciar de inmediato el proyecto de inversión.

Estos cálculos deben hacerse año por año, teniendo siempre en cuenta que deben considerarse los posibles cambios en la tasa de interés que se usa para descontar los flujos de beneficios netos (deben usarse los  $r_i^*$ )

#### - EL PROBLEMA DE LA INFLACION

En aquellos países que tienen una tasa de inflación elevada, una forma correcta de hacer las evaluaciones es usar la tasa de interés real del mercado menos "la" tasa de inflación.

Si compramos una casa en \$ 100 a principio de año y la alquilamos en -\$ 30 pagaderos al final del año, al fin de año tendremos \$ 130, pero, si simultáneamente la inflación ha elevado el precio de la casa a \$ 200, tendremos en términos monetarios en total \$ 230. Esto no quiere decir que el retorno por el alquiler de la casa sea del 130 %, sino que debemos llevar los valores inflados a valores reales, para poder así determinar cuál es el retorno real. Al mismo tiempo, si sabemos que la inflación para el próximo año va a ser del 100 %, y la tasa de interés que se está cobrando en el mercado libre es del 105 %, sabemos que la tasa de interés real esperada es solamente del 5 % (aproximadamente).

#### - DE QUE TAMAÑO HACER LA INVERSION

Los problemas de decidir si hacer una inversión se resolvieron determinando el valor actual de los flujos de beneficios netos futuros. Los problemas de cuándo hacer la inversión se resuelven encontrando aquel momento en el tiempo en que el valor actual de los flujos de beneficios netos se hace máximo.

El problema del tamaño de la inversión consiste en determinar aquel tamaño que hace máximo el valor actual de los beneficios netos.

Supongamos que es rentable realizar una inversión de \$  $C_0$ , de modo que:

$$BN_0 = C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{BN_i}{(1+r)^i} > 0$$

Lo que se quiere determinar es si  $C_0$  es realmente el tamaño óptimo de la inversión. Para ello debemos determinar la variación del valor actual de los beneficios netos ( $\Delta BN_0$ ) frente a un cambio en el volumen invertido inicialmente ( $\Delta C_0$ ). Si la variación en el valor actual de los beneficios netos es positiva, ello implica que aumenta el volumen de los beneficios netos al aumentar la inversión inicial, y, por lo tanto, convendrá hacer la inversión adicional que aumenta el tamaño del proyecto. En cambio, si  $\Delta BN_0$  es negativo, ello implica que será conveniente disminuir el tamaño de la inversión, pues de esa manera se aumentará el volumen de beneficios. En caso que  $\Delta BN_0$  sea igual a cero estamos frente al tamaño óptimo  $C_0$  de inversión.

De modo que:

$$\Delta BN_0 = - \Delta C_0 + \sum_{i=1}^n \frac{\Delta BN_i}{(1+r)^i}$$

Alternativamente, si llamamos "1" al tamaño original de la inversión y "2" al tamaño aumentado, la fórmula quedaría:

$$\Delta BN_0 = - (C_0^2 - C_0^1) + \sum_{i=1}^n \frac{(BN_i^2 - BN_i^1)}{(1+r)^i}$$

El tamaño óptimo de la inversión se obtiene, entonces, cuando el valor actual de la inversión (costo) marginal es igual al valor actual del beneficio (ingreso) marginal:

$$\Delta C_0 = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta BN_i}{(1+r)^i}$$

Tasa marginal interna de retornos: se define a la tasa marginal interna de retornos como aquella tasa de descuento que usada para actualizar los cambios en los flujos netos de beneficios, provocados por un aumento (pequeño) en el monto invertido, hace que el valor actual de los cambios en beneficios netos sea igual al cambio en el monto invertido. Vale decir, la tasa marginal interna de retornos es  $\rho^*$  en la siguiente ecuación:

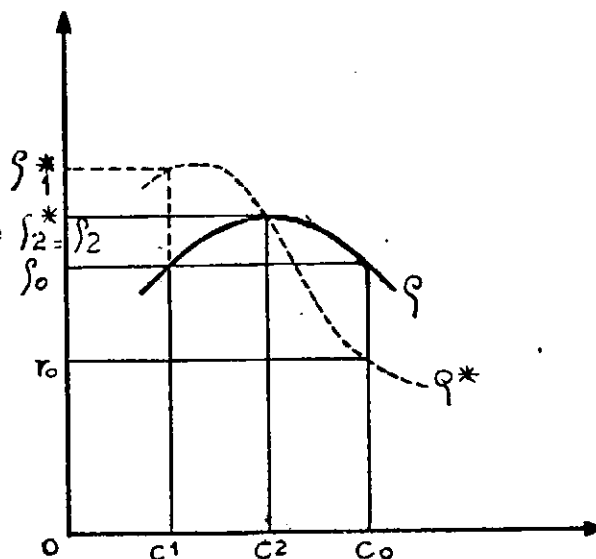
$$0 = \sum_{i=0}^n \frac{\Delta BN_i}{(1 + \rho^*)^i}$$

ya que de esta manera  $\Delta C_0 = \Delta BN_0$

Si comparamos esta última fórmula con la de más arriba, se desprende que: "el tamaño óptimo para un proyecto se obtiene cuando la tasa marginal interna de retornos es igual a la tasa de interés pertinente para ese proyecto".

Para un proyecto dado puede obtenerse el siguiente gráfico:

El eje de las abscisas mide el volumen o monto invertido en el proyecto, y el eje de las ordenadas mide la tasa interna de retornos y la tasa marginal interna de retornos de esos montos. Con una tasa de interés pertinente para ese proyecto de  $r_0$ , el monto óptimo de inversión es  $C_0$ . Una inversión de  $C_1$  también es rentable, pues  $f_0 > r_0$  (el retorno es mayor que el costo de capital); pero conviene aumentar el volumen invertido hasta  $C_0$  pues la inversión marginal tiene un retorno marginal ( $f_1^*$ ) superior al costo marginal ( $r_0$ ).



La máxima tasa interna de retorno se obtiene para  $C_2$ , donde el retorno marginal es igual al retorno medio. Tampoco conviene optar por este tamaño, pese a tener la mayor tasa de retornos, porque si a partir de  $C_2$  vamos aumentando el tamaño, cada \$ adicional obtiene un beneficio que está dado por la tasa marginal interna de retornos, que en todos los casos (hasta llegar a  $C_0$ ) es mayor que el costo de \$ adicional; vale decir, es mayor que el retorno que puede dar cada \$ adicional en una inversión alternativa. Por lo tanto, si no hay restricción de capital, convendrá invertir hasta  $C_0$ , en donde se iguala la  $f_1^*$  con  $r_0$ . Debe nuevamente destacarse que  $r_0$  es la tasa de descuento pertinente para el inversor, en el sentido que ese es el costo alternativo del capital que está invirtiendo en este proyecto.

#### - MOMENTO OPTIMO PARA LIQUIDAR UNA INVERSION.

Hay una cantidad de inversiones que tienen implícita una determinada tasa de crecimiento (plantaciones de árboles, añejamiento de vinos, engorde o cría de animales y aves, etc.) De allí es que surge el problema de determinar cuál es el momento óptimo de liquidar la inversión (cuándo cortar los árboles, cuándo vender el vino, cuándo vender el ganado de engorde, etc.).



Supóngase que la tasa de interés del mercado sea del 5 % y que la inversión inicial es de \$ 100 para comprar algo que crecerá a una tasa anual determinada de  $k$  %.

La tabla siguiente indica en cada fila:

- Fila 1: El valor de la inversión al final de cada año "i", o sea, éste es valor al cual se puede vender.
- Fila 2: La tasa de crecimiento  $k_i$  durante el año "i", o sea que dá el ritmo al cual crece ese "algo" en que se ha invertido.
- Fila 3: Indica el costo de la inversión al final de año "i", cuando la tasa de interés es del 5 %. Como se presupone que los costos directos anuales son cero, el costo de un año será igual al del año anterior incrementado en un 5 %. Vale decir, esta fila indica los montos que se hubieran obtenido al invertir los \$ 100 en una alternativa que rinde el 5 %.
- Fila 4: Indica el beneficio neto que puede obtenerse al final del año "i" si se vende el producido de la inversión. Sería entonces la Fila 1 menos la Fila 3.
- Fila 5: Indica el valor actual del ingreso neto producido en el año "i", o sea que es el valor presente de la Fila 4.
- Fila 6: Indica la tasa interna de retorno en la inversión.

Es obvio que  $k_i = \rho^*$  = tasa marginal interna de retornos, ya que nos indica el porcentaje en que aumenta el valor de la inversión de año en año.

| AÑO (i)        | 0   | 1   | 2      | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10     | 11     | 12     |
|----------------|-----|-----|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| $B_i$          | 100 | 105 | 112,35 | 123,59 | 139,66 | 153,86 | 167,71 | 181,13 | 192    | 201,60 | 210,67 | 218,82 | 225,38 |
| $k_i = \rho^*$ |     | 5%  | 7%     | 10%    | 13%    | 10,17% | 9%     | 8%     | 6%     | 5%     | 4,5%   | 3,87%  | 3%     |
| $C_i$          | 100 | 105 | 110,25 | 115,76 | 121,55 | 127,63 | 134,01 | 140,71 | 147,75 | 155,14 | 162,90 | 171,05 | 179,60 |
| $BN_i$         | 0   | 0   | 2,10   | 7,83   | 18,11  | 26,23  | 33,77  | 40,42  | 44,25  | 46,46  | 47,77  | 47,77  | 45,78  |
| $BN_0$         | 0   | 0   | 1,90   | 6,76   | 14,90  | 20,55  | 25,20  | 28,73  | 29,95  | 29,95  | 29,33  | 27,93  | 25,49  |
| $\rho$         |     | 5%  | 6%     | 7,3%   | 8,7%   | 8,98%  | 9%     | 8,89%  | 8,5%   | 8%     | 7,9%   | 7,1%   | 7%     |

De la tabla se desprende que la inversión es rentable si se cortan los árboles al final del año 12: la tasa interna de retornos es  $7\% > 5\%$  (alternativamente, el valor actual de los beneficios netos es  $25,49 > 0$ ). Por consiguiente, es buen negocio liquidar la inversión al final del último período.

Sin embargo, el beneficio neto que se obtiene en el año 12,  $BN_{12} = 45,78$ , es menor que el que se obtendría el año 11,  $BN_{11} = 47,77$ . De modo que se ve claramente que es más be neficioso liquidar la inversión en el año 11 antes que en el año 12.

Pero ahora notamos que el beneficio neto máximo se obtiene cortando los árboles o liquidando la inversión al final del año 10, obteniéndose así un beneficio neto,  $BN_{10} = 47,77$ . En este punto (sin tener que esperar el año 11), el aumento en el valor de la inversión  $(218,82 - 210,67) = 8,15$  es igual al aumento en el costo de la inversión. El costo marginal de esperar un año es igual al ingreso marginal que se obtendría durante ese año. Sin embargo, el inversor evidentemente preferirá liquidar antes del año 10, ya que cortando los el año anterior obtendrá un  $BN_9 = 46,46$  que, colocados a la tasa de interés del  $5\%$ , se transformarán al cabo de un año, al final del año 10, en  $46,46(1 + 0,05) = 48,78$  (ese dinero,  $46,46$ , invertido en árboles rinde  $4,5\% = k_{10}$ , mientras que si se cortan y se in vierte en el banco rinde  $5\%$ ).

De modo que más vale cortarlos al final del año 9 que al final del año 10 (Alternativamente, el valor actual de los beneficios es mayor cuando los árboles se cortan al final del año 9 que cuando se cortan al final del año 10, ya que  $BN_9 = 29,95 > BN_{10} = 29,33$ ). De modo que si la inversión alternativa pertinente para el inversor es una con rendimiento del  $5\%$ , cortará los árboles al final del año 8. Mantener la inversión un año más le produce un  $5\%$  más y también le cuesta un  $5\%$  más. Alternativamente, los  $44,25$  que obtiene al final del año 8 se transformarán al interés bancario en  $\$ 46,46$  al final del año 9, de modo que le es indiferente mantener los árboles un año más. Vale decir, hay que liquidar la inversión cuando  $r = k_i = \int^*$ . En este punto se hace máximo el valor actual de los beneficios netos actualizados a la tasa pertinente del  $5\%$ .

De modo que la decisión correcta parece ser la de liquidar la inversión cuando la tasa de crecimiento del valor del producto de la inversión (el retorno de mantener la inversión un año más) es igual a la tasa de crecimiento en el costo de mantenerla (la tasa de interés pertinente para el inversor).

Sin embargo, en este tipo de decisiones, la tasa de interés del mercado puede no ser la tasa de interés pertinente para la persona que está en el negocio de esas inversiones en particular.

Para la persona que estará permanentemente en este tipo de inversión en particular (negocio de los árboles), le interesará reinvertir su dinero otra vez en árboles antes que co locarlos en el banco, si ese dinero en su negocio tiene una tasa de retornos superior al  $5\%$  que paga el banco.

Vale decir, esta persona se interesará por obtener la máxima tasa interna de retornos: cortará los árboles cuando esté obteniendo esa máxima tasa (9%) y reinvertirá ese dinero nuevamente en árboles para volver a obtener un 9% sobre su inversión al cabo de 6 años, en vez del 5% que podría haber obtenido invirtiendo ese dinero en el banco.

La conveniencia de este proceder puede mostrarse de la siguiente manera:

En un período de 24 años podrá hacer 4 rotaciones vendiendo los árboles al 6º año, y sólo puede hacer 3 rotaciones si lo hace al 8º año. Al cabo de los 24 años tendrá:

si los corta al final del 6º año:

$$a) 167,71 (1,677)^3 = 167,71 (4,71712) = 791,11$$

si los corta al final del 8º año:

$$b) 191 (1,92)^2 = 192 (3,6864) = 707,79$$

De modo que el valor actual del flujo de ingresos es mayor cuando corta los árboles en el momento en que la tasa interna de retornos es máxima, (cuando la tasa media interna de retornos es igual a la tasa marginal interna de retorno). Esta es la decisión correcta para el inversor que va a seguir en ese tipo de negocio, reinvertiendo siempre en él. Para la persona que quiere deshacerse de este negocio e invertir en otro que rendirá 5%, le conviene liquidar cuando  $r = k_i = \rho^*$  (al cabo de 8 años). Si el negocio alternativo rinde 8%, el momento óptimo para cortar los árboles es el año 7, y si  $r > 9\%$  no es bueno invertir en árboles, pues  $\rho$  es menor que  $r$ .

Analizado este problema desde otro punto de vista, puede investigarse la decisión que año por año va haciendo el dueño del negocio que desea continuar con ese tipo de inversión. La alternativa para no cortar los árboles, es cortarlos y volverlos a plantar, de modo que el retorno pertinente es aquel que se obtiene en árboles. Al comienzo del año 4 sabe que la "inversión adicional" por un año rinde 13% y que si corta los árboles puede reinvertir el dinero y obtener al cabo de tres años un retorno del 7,3% sobre ese dinero. Por lo tanto prefiere mantener el dinero donde está. Llegado al final del año 5, puede obtener 9% manteniéndose la inversión y 8,98% cortando los árboles y reinvertiendo otra vez en árboles; por lo tanto, no le conviene cortarlos. Al final del año 6 decide cortarlos pues la inversión adicional le rinde menos que lo que obtendrá cortándolos y reinvertiendo el dinero por 6 años en árboles.

De modo que el momento óptimo para cortarlos es cuando la tasa interna de retornos es máxima e igual a la tasa marginal interna de retornos.

Estas conclusiones pueden verse en gráficos que analizaremos en la próxima clase.

## CURSO SOBRE: EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA QUINTA CLASE

En la clase anterior analizamos el momento óptimo para liquidar una inversión. Llegamos a la conclusión de que cuando el inversionista no piensa seguir en ese determinado tipo de negocio, debe liquidar la inversión en el punto en que se hace máximo el valor actual de los beneficios netos actualizados a la tasa de interés pertinente, que en ese caso será la tasa (alternativa) a la cual puede invertir en otro negocio (5%). En cambio cuando el inversor va a continuar reinvertiendo su dinero en ese tipo de negocio, debe liquidar la inversión en aquel punto en que sea máxima la tasa interna de retornos. Por consiguiente, la tasa de interés pertinente para esta persona es del 9%, ya que es la tasa alternativa a la cual puede reinvertir su dinero en este negocio. (La tasa interna de retornos para el año "i" es la tasa interna de retornos promedio para todos los años desde el año cero hasta el año "i", ya que si se descuentan al año cero los beneficios netos que se obtendrán el año "i" a esa tasa de retornos, se obtiene un valor actual cero; en cambio, la tasa marginal interna de retornos indica el retorno durante ese año en particular respecto del año anterior).

### ANALISIS GRAFICO DE CUANDO LIQUIDAR UNA INVERSION:

Alternativamente, se puede hacer un análisis gráfico del problema de cuando liquidar una inversión, llegando así a determinar el momento óptimo de liquidación.

GRAFICO I: Se han graficado las curvas para la tasa interna media de retornos ( $\rho$ ) y tasa interna marginal de retornos ( $\rho^*$ ). La curva marginal siempre corta a la curva media en el punto en que la media es máxima, (cuando la curva es cóncava al origen), o en el punto en que la media es mínima, (cuando la curva es convexa al origen).

De acuerdo con lo visto anteriormente, el individuo maximizará los beneficios en aquel punto en que la tasa marginal interna de retornos es igual a la tasa "alternativa" de interés. Cuando decide seguir reinvertiendo su dinero en ese mismo negocio, su tasa alternativa es la mayor tasa interna media de retorno (9% el año 6); pero cuando de-

cide liquidar el negocio y dedicarse a otro, su tasa alternativa es la tasa que puede obtener en otra parte (5%, en el año 9).

GRAFICO II: El gráfico muestra las curvas de crecimiento de la inversión, y del crecimiento del costo (inicial) de \$ 100 a la tasa de interés del 5%. La diferencia de ordenadas entre las dos curvas define el ingreso neto para cada año. La mayor distancia entre las dos curvas (\$ 47.77) se obtiene durante el año 10 y 11, donde las inclinaciones de las curvas son iguales. (Esto indica que el crecimiento de ambas es el mismo; las derivadas de las funciones para ese intervalo son iguales).

La curva de costos es una curva que crece a la tasa constante del 5%; cualquier punto de ella indica que su valor actual es \$ 100 a la tasa de 5% (el punto en que esta curva corta al eje de ordenadas indica el valor actual de ese flujo actualizado a la tasa 5%). De la misma manera, se pueden trazar curvas con una tasa del 5% para valores actuales mayores; en aquel punto en que alguna de esas curvas es tangente a la curva de inversión se obtiene el mayor valor actual de los beneficios de la inversión. Esto ocurre durante el año 8 y 9, donde el valor actual de \$ 192 es \$ 129, 95: la curva para un costo inicial de \$ 129, 95 es tangente a la línea que representa el valor de la inversión.

La máxima tasa interna de retorno se obtiene donde la curva de la inversión es tangente a la curva que muestre el crecimiento promedio más alto del costo original de \$ 100; ésta corresponde a una tasa de crecimiento del 9%: la curva para una inversión de \$ 100 que crece al 9% es tangente a la curva del valor de la inversión cuando ésta indica un valor de \$ 167, 71 al cabo de 6 años; la curva correspondiente a tasas de crecimiento mayores no alcanzan a tocar la curva que indica el valor de la inversión.

GRAFICO III: Este gráfico mide en el eje de las abscisas el valor actual de los beneficios y el valor actual del costo inicial de \$ 100, y en el eje de las ordenadas, el tiempo.

Se observa que el mayor valor actual de los beneficios netos se obtiene para los años 8-9, descontados a la tasa del 5%. (El valor actual de este beneficio es 100 cuando se les descuenta al 9%).

GRAFICO IV: El eje de las ordenadas mide el logaritmo del valor anual de los costos y beneficios. De modo que una curva mide el cambio porcentual en el valor anual de la inversión; la otra, el cambio porcentual en el valor anual del costo (que en este caso, al ser constante e igual al 5%, será una recta). La pendiente (derivada) de estas curvas indica su tasa de crecimiento.

La tasa de crecimiento de la inversión es igual a la del costo el año 8-9. La máxima

tasa media de crecimiento está entre 6-7, donde el rayo que se inicia en Log 100 es tangente a la curva de inversión con pendiente del 9%, indicando con ello una tasa máxima del 9%. La máxima tasa marginal se presenta para el año 4-5 con un 13% de crecimiento: el punto donde la curva de inversión presenta el punto de inflexión (la derivada segunda es cero y, por consiguiente, la derivada primera, que es igual a la tasa marginal, es máxima).

GRAFICO V: Con este gráfico se puede mostrar gráficamente la conveniencia de cortar los árboles al final del año 6 para quien va a reinvertir en el negocio.

Si suponemos un período de 24 años, cortándolos al 6º podrán hacerse 4 rotaciones, y cortándolos al 8º sólo se pueden hacer 3 rotaciones. La demostración se hace en base al Gráfico II, que muestra el logaritmo de los valores en pesos. (También podrían usarse los III y IV.

Se nota que el que corta al año 6, obtiene al cabo de 24 años un volumen de beneficios mayor, no por hacer más rotaciones, sino por tener una tasa interna media de retornos mayor.

#### CORTAR LOS ARBOLES PUEDE DIFERIR DE VENDER LOS ARBOLES

Hasta ahora hemos hablado del momento óptimo de liquidar una inversión cuando el inversor debía cortar los árboles para vender la madera, o bien faenar el ganado para vender la carne, o embotellar el vino que se estaba añejando. El precio que se podía obtener por este concepto en los distintos años son los que figuran en la Fila 1 (B<sub>1</sub>) de la Tabla anterior.

Ahora podemos hacernos otra pregunta. Le conviene en realidad cortar los árboles para vender la madera, o acaso le conviene más vender el bosque a otra persona para que ésta lo siga manteniendo? -Conviene faenar el ganado o conviene más venderlo? -Conviene embotellar el vino o conviene más trasladarlo? -Se mantendrá el momento óptimo determinado anteriormente si es que los vende?

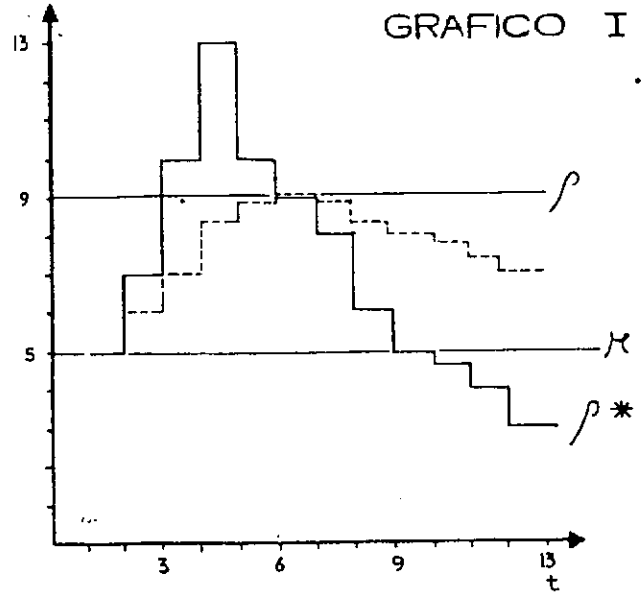
Hemos determinado que el inversor debe cortar los árboles al final del período 6 si es que piensa reinvertir su dinero plantando árboles nuevamente. Sin embargo, la decisión puede ser venderlos a una tercera persona cuya única alternativa es poner este dinero al 5% en un banco. Si esa persona pudiera comprarlos a un precio igual al valor que el maderero podría obtener cortándolos (\$ 167, 71), sería éste un gran negocio para esa persona, puesto que ella obtendría al final del año 8 (dos años después), \$192, o sea, la tasa de retorno de esta inversión sería mayor (7%) que la alternativa de poner ese dinero en el banco al 5%.

Si la tasa de interés en el mercado es 5%, el precio máximo que puede obtener el maderero al final del año 6 es igual al valor actual (final del año 6) del beneficio que obtendrá el comprador al cortarlos al final del año 8. Vale decir,

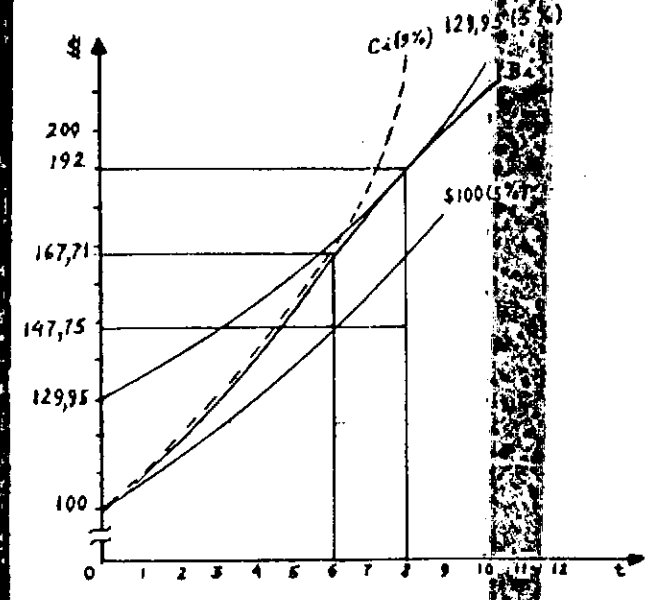
$$P_6 = \frac{192,00}{(1,05)^2} = 174,15$$

De modo que al inversor le conviene más venderlos plantados en \$174,15 antes que cortarlos y obtener solamente \$167,71, pues gana así un beneficio adicional de \$6,44 ese año ( $174,15 - 167,71 = \$6,44$ ) que, agregado al ingreso neto que obtenía antes, da un beneficio neto total de \$40,21 ( $6,44 + 33,77 = 40,21$ ).

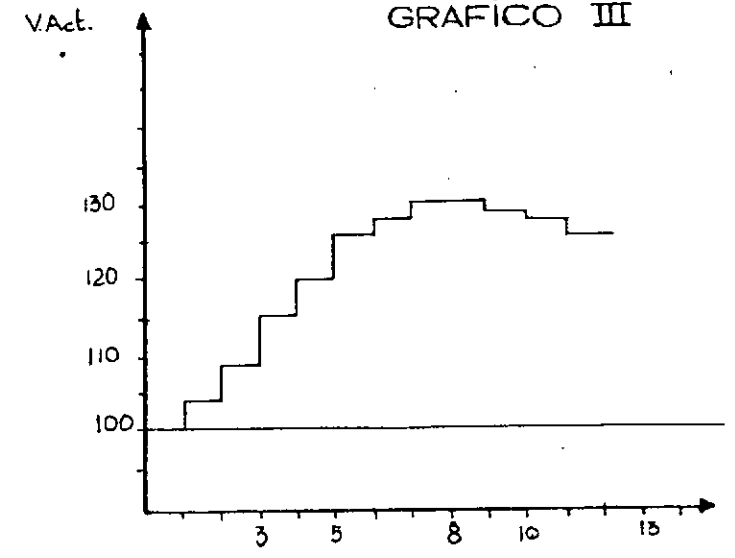
La tasa interna de retornos para el maderero sería  $9,7\% = \frac{(174,15)}{(1,097)^6} = 100$  cuando los vende en \$174,15 al final del año 6.



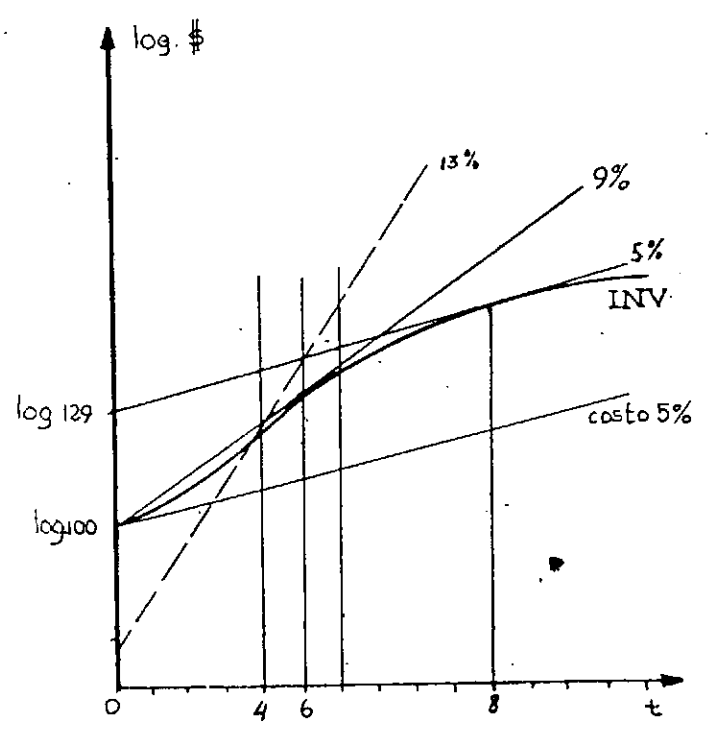
### GRAFICO II



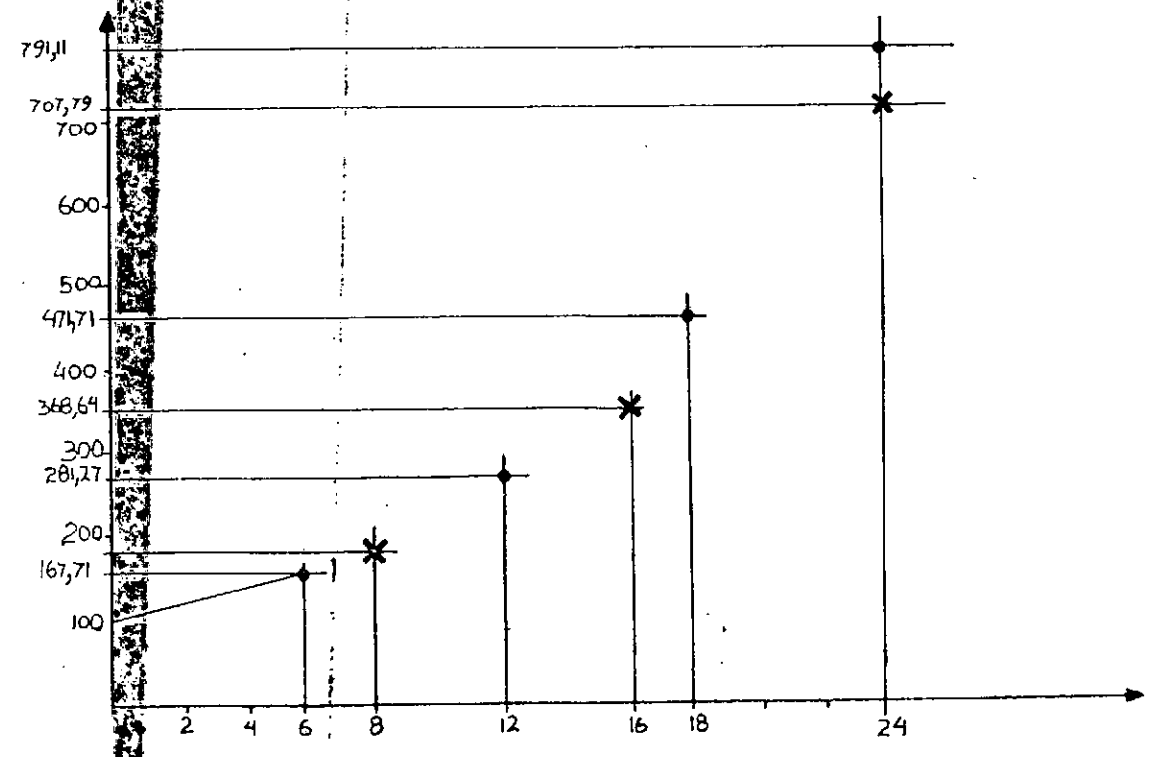
### GRAFICO III



### GRAFICO IV



### GRAFICO V





Hemos determinado que se puede obtener un beneficio neto mayor vendiendo el bosque sin talar al final del año seis a una persona cuya mejor alternativa es obtener un 5% de retorno sobre su capital, de modo que es más conveniente vender el bosque que cortarlo y vender su madera al final del año 6.

Podemos ahora preguntarnos: Será más conveniente venderlo al final del año siete antes que venderlo el año seis? (se deja de lado la alternativa de talarlo el año seis, pues esta alternativa es peor que venderlo el año seis; por la misma razón se deja de lado la alternativa de talarlo el año siete - esta es una alternativa peor a la de talarlo el año seis). La respuesta es claramente que no, pues el precio máximo que puede obtener por el bosque al final del año 7 es igual al valor actual (al final del año 7) de los \$ 192 que puede obtener el comprador al final del año 8:

$$P_7 = \frac{192}{1,05} = 182,86$$

De modo que el aumento en valor obtenido de postergar la venta en un año es pesos 8,71 (= 182,86 - 174,15), equivalente a un retorno del 5% frente a un retorno del 9,7% que podría obtener vendiendo los árboles al final del año 6 y reinvertiendo ese dinero en el negocio de árboles.

Conviene acaso anticipar la venta en un año? El precio máximo que puede obtener del bosque al final del año 5 es igual al valor actualizado (al final del año 5) de los \$ 192 que obtendrá el comprador cuando los tale al final del año 8:

$$P_5 = \frac{192}{(1,05)^3} = 165,86$$

La tasa interna de retornos que obtendría el maderero al vender los árboles en \$ 165,86 al final del año 5 es 11,06 %:

$$100 = \frac{165,86}{(1,1106)^5}$$

de modo que le es más conveniente venderlos al final del año 5 y reinvertir ese dinero en nuevos árboles antes que esperar otro año para venderlos: el retorno que obtiene al vender los árboles al final del año 6 en vez del año 5 es del 5% solamente, puesto que  $165,86 (1,105) = 174,15$ .

Le conviene acaso anticipar la venta un año más? La respuesta no es clara, como así tampoco es clara la respuesta de más arriba. Los \$ 165,86 indican el precio máximo que puede obtener el maderero de la venta de su bosque al final del año 5, y no indica cual es el precio que en efecto puede obtener de su bosque en el mercado. Es evidente que si el comprador no tiene otra alternativa que invertir su capital al 5% de

interés, el que planta los árboles podrá venderlos en el instante que los planta al precio de

$$P = \frac{192}{(1,05)^8} = 129,95$$

ganándose de inmediato \$ 29,95 con una tasa de retorno infinito ! ! El gran negocio sería plantar árboles para que los compren inversores que no tienen mejor alternativa para su dinero que obtener un 5% de retorno sobre sus capitales !

Puede indicarse, por último, que si el inversor pudiera comprar en cualquier momento los árboles al precio que aparece en la fila 1 de la tabla, el mejor negocio sería comprarlos al final del año 3 y venderlos al final del año 4, donde el inversor obtendría un retorno del 13% sobre su capital. Vale decir, el inversor operaría en una situación en donde la tasa marginal interna de retorno es máxima. Es evidente que estas situaciones son de desequilibrio y que deberá cambiar ya sea el precio de la madera o el costo de la plantación.

#### RANKING - ORDEN DE PRIORIDADES - PARA PROYECTOS

En este punto se analiza cómo establecer, teniendo una cierta cantidad de proyectos factibles de realizar, un orden que indique cuáles son más rentables (llevar a cabo en primer lugar).

Hay que distinguir primeramente entre dos situaciones dentro de las cuales se deben realizar los proyectos: Ausencia, y presencia de un racionamiento de capitales. Luego habrá que considerar el grado de dependencia que puedan tener los proyectos incluidos, ya que esto puede alterar considerablemente el orden de prioridades.

Los proyectos -como veremos más adelante- pueden ser independientes o interdependientes de acuerdo con el grado en que la construcción de uno afecte los beneficios (costos) del otro: Cuando la construcción de un proyecto A no afecta en nada el flujo de beneficios netos de otro proyecto distinto, B, se dice que ambos proyectos son independientes. Cuando la construcción de A aumenta los beneficios netos de B, se dice que los proyectos son complementarios. Cuando la construcción de A disminuye los beneficios netos de B, se dice que los proyectos son sustitutos.

#### A - SIN RACIONAMIENTO DE CAPITALES

1 - Proyectos independientes: Hemos insistido en que deben realizarse todos aquellos proyectos que tienen un valor actual de los beneficios netos mayor que cero, cuando la tasa de descuento es la pertinente. Esta tasa es, en general, la tasa de interés del mercado. Se rechazarán todos aquellos proyectos que no tengan un beneficio actualizado mayor que cero.

Por consiguiente, no existe el problema de llegar a una lista u orden de prioridades en

ausencia de racionamiento de capitales para inversión y los proyectos son independientes, aunque podría hacerse una lista con aquellos proyectos de valor actual positivo de mayor a menor. Si el capital no alcanza para financiar todos los proyectos, se pedirán créditos para efectuarlos; si no se puede agotar el capital propio con los proyectos, se acepta "el proyecto" de otorgar créditos a la tasa de interés de mercado.

2 - Proyectos perfectamente sustitutos: Habíamos dicho que dos proyectos eran sustitutos cuando la construcción de uno de ellos disminuye el flujo de beneficios del otro.

El mayor grado de dependencia entre proyectos ocurrirá cuando los proyectos son perfectamente sustitutos (proyectos mutuamente excluyentes) como sería el caso de construir una carretera de asfalto versus construirla de cemento; la construcción de asfalto no solo disminuye los beneficios del otro proyecto, sino que los anula!

Veamos el ejemplo de las dos carreteras, suponiendo que ambas tienen los mismos beneficios. Supóngase que el flujo de costos por cada una es:

|           |     |    |    |    |                        |
|-----------|-----|----|----|----|------------------------|
| -cemento: | 100 | 10 | 10 | 10 | 10.....indefinidamente |
| -asfalto: | 50  | 20 | 20 | 20 | 20....."               |

La carretera de asfalto tiene una inversión inicial menor, pero el costo de mantenimiento es mayor que en la de cemento.

A una tasa de interés constante del 10%, el costo actual de las carreteras es:

$$\text{-cemento: } 100 + \frac{10}{0,10} = \$ 200$$

$$\text{-asfalto: } 50 + \frac{20}{0,10} = \$ 250$$

de modo que conviene construirla de cemento.

A una tasa de interés del 20%, el costo actual es:

$$\text{-cemento: } 100 + \frac{10}{0,20} = \$ 150$$

$$\text{-asfalto: } 50 + \frac{20}{0,20} = \$ 150$$

de modo que ambas carreteras tienen el mismo costo. A tasas de interés mayores que 20%, conviene construir la carretera de asfalto antes que la de cemento.

Vale decir, el ranking de estos proyectos depende de la tasa de descuento, debiéndose elegir siempre aquel que tiene el mayor valor presente de los beneficios netos (Beneficios - Costos) a la tasa de interés pertinente.

3 - Proyectos dependientes: (Los beneficios netos de un proyecto dependen de que se haga o no el otro proyecto).

Supóngase que los beneficios de un proyecto A dependen de que se construya el proyecto B. Supóngase primeramente, que el proyecto A por sí solo tiene un valor actual de sus beneficios netos de \$ 30, de modo que conviene emprenderlo.

Pueden presentarse tres casos: a) Al construir el proyecto B aumenta el valor presente de los beneficios netos de A en \$ 15. En este caso debe emprenderse el proyecto A y considerarse como beneficios del proyecto B el aumento en el valor presente del proyecto A. El que se construya el proyecto B depende de si el valor actual de sus beneficios más los \$ 15 en que aumentaron los beneficios de A es mayor que cero. Si esto último se cumple, convendrá realizar ambos proyectos complementarios.

b) Al construir el proyecto B disminuye el valor actual de los beneficios del proyecto A en \$ 15, Como el valor actual de los beneficios del proyecto A es aún positivo (\$ 15) debe emprenderse su construcción y cargar como costo del proyecto B la reducción en los beneficios de A. Si el beneficio neto del proyecto B, disminuido en los \$ 15 en que disminuyeron los beneficios de A, es negativo (el proyecto B es no-rentable), se encarará solamente la construcción de A. Si B sigue siendo rentable, se construirán ambos proyectos.

c) Al construir el proyecto B disminuye el valor actual de los beneficios del proyecto A en \$ 40. Como el proyecto B ha disminuido tanto los beneficios netos de A, de manera tal que no es ahora rentable construir el proyecto A, debe cargarse como costo del proyecto B los beneficios netos que pudo haber rendido el proyecto A. O sea, debe cargarse como costo incremental de B los \$ 30 que podría haber dado A, y no los \$ 40 en que efectivamente "disminuyeron" sus beneficios. Si es que los beneficios netos del proyecto B, disminuido en los \$ 30 que podría dar A, tienen un valor actual positivo, se construirá B; caso contrario se construye solamente A. En ningún caso se construirán ambos proyectos, puesto que si conviene construir B y se lo construye, los beneficios netos de A son negativos ( $30 - 40 = -\$ 10$ ).

Supóngase ahora que el proyecto A por sí solo no es rentable y que tiene un valor actual de sus beneficios netos negativo e igual a \$ -30, de modo que no conviene emprenderlo. Pueden presentarse, nuevamente, tres casos:

a) Al construir el proyecto B los beneficios netos de A disminuyen aún más, obteniéndose un valor actual de \$ -40; la construcción del proyecto B lleva los beneficios netos de A desde \$ -30 hasta \$ -40, haciéndolo más indeseable aún.

No por esto vamos a cargar los \$ 10 al costo de B. Sencillamente sigue siendo cierto que no conviene construir el proyecto A y, por lo tanto, no se lo construye: el proyecto A es totalmente irrelevante para la decisión de construir el proyecto B! (La situación sería distinta si el proyecto A ya está construido).

b) Al construir el proyecto B, aumentan los beneficios netos de A; pasan de \$ -30 hasta \$ -20. Como de ninguna manera íbamos a construir A y tampoco lo construiremos ahora, no hay razón para considerar a esos \$ 10 como beneficios de B.

Habría que considerarlos como beneficios de B solamente en el caso que A ya estuviera construido y dando pérdidas de \$ 30, de modo que al construir B se dejaría de perder \$ 10.

c) Al construir el proyecto B aumentan los beneficios netos del proyecto A: pasan a ser + 5 en vez de -\$ 30. De acuerdo con lo que se analizó en el punto anterior, habrá que considerar como beneficios del proyecto B únicamente los \$ 5 que dá como utilidad el proyecto A y, por lo tanto, convendrá construir ambos proyectos si los beneficios netos de B son mayores que cero. Si el proyecto A ya estaba construido, deberá imputarse un beneficio de \$ 35 al proyecto B; si A no está construido, sin embargo, y si el mero hecho de construir B lo hace rentable con un beneficio neto de \$ 5, debe abonarse como beneficio de B el valor actual positivo de los beneficios netos del proyecto A --- deberá abonarse el incremento en los beneficios que se obtienen de construir el proyecto A considerando que la alternativa pertinente es no construirlo (cuando la alternativa pertinente rinde beneficios netos de cero).

En este último caso se dice que los proyectos son complementarios, pudiéndose dar el caso extremo en que ninguno de los proyectos individuales es en sí rentable por sí solo, mientras que ambos proyectos en conjunto son rentables. En este caso conviene considerarlos como un sólo proyecto.

Respecto de este último punto es conveniente destacar y considerar la posible separabilidad de los proyectos en cuestión. Si bien es cierto que para todos los efectos prácticos "conviene" considerarlos como un sólo proyecto, esto puede ser peligroso.

## B - CON RACIONAMIENTO DE CAPITALES

Aquí se supone que el inversor tiene un presupuesto fijo para distribuir entre un conjunto de proyectos de inversión, de modo que la cantidad de fondos puede no ser sufi-

ciente para emprender todos los proyectos que tienen un valor actual del flujo de beneficios netos positivo cuando estos se descuentan a la tasa de interés del mercado. El problema aquí es determinar cuáles proyectos emprender con ese presupuesto dado; vale decir, el problema es establecer un orden de prioridades (ranking) para el conjunto de proyectos. Se distingue, nuevamente, entre una situación en que los proyectos son independientes y otra en que los proyectos son interdependientes.

1 - Proyectos totalmente independientes: Se ha recomendado establecer un orden de prioridades (ordenamiento) de acuerdo con la tasa interna de retornos de cada uno de los proyectos, cuando es cierto que el valor de  $r$  es único. De este modo, una vez calculada la tasa interna de retornos, se ordenan de mayor a menor, empezando a hacer aquellos proyectos con mayor tasa.

Va a llegar un punto en donde la disponibilidad de capital se agote, de manera que el último proyecto aceptado (para ese presupuesto dado) tendrá una tasa de retornos  $r_0$ . El proyecto "marginamente rechazado" (el siguiente que se aceptaría en caso de disponer más fondos para inversión), va a ser aquel proyecto que tiene un  $r$  inmediatamente inferior al último aceptado; supongamos que tiene una tasa  $r_1$ . De modo que el uso alternativo de más fondos sería invertir a la tasa  $r_1$ .

Dado que  $r_1$  es menor que  $r_0$ , el último de los proyectos aceptados tiene un valor actual de sus beneficios netos positivo cuando se los descuenta a la tasa de  $r_1$ , como así también todos los proyectos anteriores que tiene un  $r$  mayor que  $r_0$ .

$$\left. \begin{array}{l} r_a = 50\% \\ r_b = 45\% \\ r_c = 30\% \\ \vdots \\ r_0 = 11\% \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{cada proyecto tiene una tasa menor que los anteriores:} \\ r_a > r_b > r_c > \dots > r_0 \\ \text{incluyendo este proyecto se cubre el presupuesto disponible} \end{array}$$

$$\begin{array}{l} r_1 = 10\% \quad \text{primer proyecto a emprender en caso de disponer de más fondos.} \\ r_2 = 8\% \\ \vdots \\ r_j = 5\% \end{array}$$

Como la tasa interna de retornos es aquella tasa que hace cero el valor actual del flujo de beneficios netos de un proyecto, al ser  $r_i > r_1$ , se estaría haciendo máximo el valor actual de los beneficios de los proyectos emprendidos cuando sus beneficios netos se descuenten a la tasa  $r_1$ .

Aquel primer proyecto que se emprenderá en caso de disponer de más fondos y que tiene una tasa  $r^1$ , se lo llama: proyecto marginalmente rechazado, y la tasa de retornos de ese proyecto es la tasa alternativa o tasa marginal pertinente para el inversor, en el sentido de que al disponer de más fondos, su mejor alternativa sería invertir en este proyecto. De ahí entonces que siendo  $r^1$  la tasa alternativa de este inversor, habría que descontar los flujos de beneficios netos de todos los proyectos a esta tasa.

Esta es la solución dada por Roland McKean en su libro "Efficiency in Government Through Systems Analysis", cuando es cierto que los proyectos no pueden venderse, ya que es evidente que si los proyectos pudieran venderse, el máximo valor actual se obtiene cuando se emprenden aquellos proyectos que tienen el máximo valor actual de sus beneficios netos para una tasa de descuento igual al tipo de interés de mercado.

Estimo que la solución de McKean, de acuerdo con la cual se debe usar la tasa de retornos del proyecto marginalmente rechazado para descontar todos los flujos futuros de los proyectos, es errónea. Por qué hemos de considerar para toda la vida de los proyectos aceptados una tasa de interés del  $r^1$  %? Si los fondos son escasos este año, y no alcanzan para emprender ese proyecto que tiene una tasa  $r^1$  %, lo serán el año próximo?.

Puede verse claramente la falla del razonamiento implícito en el criterio dado por McKean en los siguientes ejemplos:

Supóngase que el último proyecto que se inicia (A) tiene el siguiente flujo de ingresos netos:  $-100 + 55,5 + 6,105 + 6,105 + \dots$  indefinidamente. La tasa interna de retornos a 11%, pues:

$$\text{Proyecto: A) } BN_i^A = -100 + \frac{55,5}{(1,11)^2} + \frac{6,105}{(1,11)^2} + \frac{6,105}{(1,11)^3} + \frac{6,105}{(1,11)^4} + \dots \text{ indefinidamente.}$$

$$BN^A = -100 + \frac{1}{(1,11)} (55,5 + \frac{6,105}{0,11})$$

$$BN^A = -100 + \frac{1}{1,11} (55,5 + 55,5) = -100 + \frac{111}{(1,11)} = 0$$

Por lo tanto, la tasa interna de retornos es, efectivamente,  $11\% = P_0$

Supongamos que el proyecto "marginalmente rechazado" --el próximo proyecto que se aceptaría al disponerse de más fondos-- tiene el siguiente flujo de ingresos:

Proyecto: B)

$$BN_1^B = -100 + 10 + 10 + 10 + \dots \text{indefinidamente}$$

comprobemos que su tasa interna de retornos es  $\rho_1 = 10\%$

$$BN_0 = -100 + 10/1,1 + 10/(1,1)^2 + 10/(1,1)^3 + \dots$$

$$BN_0 = -100 + 10/0,1 = 0$$

Por lo tanto, la tasa de retornos es efectivamente  $10\% = \rho_1$

(Puede destacarse que con una tasa de interés  $r < 10\%$ , conviene emprender ambos proyectos si se tuviera suficiente capital como para emprenderlos).

Supongamos ahora que el racionamiento de capital en esta empresa o agencia gubernamental es transitorio por este año, de manera que el año próximo, y todos los años sucesivos, se va a disponer de capital suficiente como para emprender todas las inversiones, de modo que la última inversión seleccionada tendrá un  $\rho = 5\% = r$  (hasta el punto en que la "inversión marginalmente aceptada" tiene un valor actual de sus beneficios netos igual a cero cuando estos se descuentan a la tasa de interés de mercado) y todas las aceptadas tienen  $BN_0 > 0$  cuando se descuentan a la tasa de interés de mercado. Vale decir, la tasa de descuento pertinente para los años posteriores al primer año es  $r = 5\%$ , y esta tasa es inferior al  $\rho_1 = 10\%$  que se ha usado en el ranking dado más arriba y que llevó a la conclusión de que debe emprenderse el proyecto A en vez del proyecto B. Exigiendo, entonces, un  $5\%$  a los beneficios netos que se reditúan desde el año 2 en adelante, obtenemos:

Proyecto A)

$$BN_0^A = -100 + \frac{1}{(1 + r_1)} (55,5 + \frac{6,105}{(0,05)})$$

$$BN_0^A = -100 + \frac{1}{(1 + r_1)} (55,5 + 122,1)$$



$$BN_0^A = -100 + \frac{177,6}{(1 + \dot{r}_1)}$$

Proyecto B)

$$BN_0^B = -100 + \frac{1}{(1 + \dot{r}_1)} \left( 10 + \frac{10}{0,05} \right)$$

$$BN_0^B = -100 + \frac{1}{(1 + \dot{r}_1)} (10 + 200)$$

$$BN_0^B = -100 + \frac{210}{(1 + \dot{r}_1)}$$

donde  $r_1$  es el retorno que se le va exigir a la inversión durante el primer año de vida. Es claro, entonces, que "cualquiera" sea el valor que debe exigírsele a la inversión durante el primer año, la decisión correcta es emprender el proyecto B antes que el proyecto A.

Puede darse incluso el caso que no convenga emprender un proyecto que esté muy arriba en el ranking (con una tasa de retornos elevada) al ser analizado para un posible cambio en la tasa de descuento pertinente para los años siguientes al primer año. Supongamos un proyecto C, que tiene una tasa interna de retornos del 20% con un flujo de ingresos igual al siguiente:

Proyecto C)

$$BN_1^C = -100 + 108 + 14,4$$

Comprobamos fácilmente que la tasa interna de retorno para este flujo es del 20%:

$$BN_0^C = -100 + \frac{108}{1,2} + \frac{14,4}{(1,2)^2} = 0$$

Sin embargo, siendo 5% la tasa de descuento pertinente para el segundo año, el valor actual de los flujos es:

$$BN_0^C = -100 + \frac{1}{(1+r_1)} \left( 108 + \frac{14,4}{1.05} \right)$$

$$BN_0^C = -100 + \frac{1}{(1+r_1)} (108 + 13,71)$$

$$BN_0^C = -100 + \frac{121,71}{(1+r_1)}$$

De esto se desprende que cualquiera sea la tasa de interés que se desee exigir para el primer año, el proyecto C, que aparentemente es mejor que los proyectos A y B, es peor que ambos.

Resumiendo lo analizado podemos decir: La determinación de la tasa interna de retornos se hace independientemente de la tasa de interés pertinente, ya que se obtiene como aquella tasa que hace cero el valor actual de los flujos. Una vez ordenados los proyectos de mayor a menor según su tasa interna, Mc Kean dice que hay que tomar como tasa pertinente para el inversor, la tasa interna del proyecto "marginamente rechazado" por considerar que ésa es la tasa alternativa para el inversor en caso de disponer de más dinero o presupuesto. Con esa tasa alternativa, pertinente para el inversor, descuenta los flujos de beneficios netos de los proyectos que alcanza a cubrir el presupuesto, obteniendo así el mayor valor actual de los flujos.

Ahora bien, este procedimiento sería correcto únicamente en aquel caso que el inversor tenga todos los años un presupuesto tal que la tasa interna de retorno del proyecto marginamente rechazado sea siempre igual a  $r_1$ . Pero, si fuera factible conseguir crédito en el futuro o la tasa pertinente para los años siguientes es distinto de  $r_1$ , el procedimiento de descontar los flujos a la tasa única de  $r_1$  es erróneo: los valores actuales obtenidos pueden llevar a grandes errores, como ya demostramos en los ejemplos de más arriba.

Volviendo a los casos expuestos anteriormente (Proyectos A, B y C), podemos efectuar el siguiente análisis:

Para una tasa de interés "asignada" ó imputada, al primer año de  $\dot{r}_1 = 21,71\%$ , el proyecto C tiene un valor presente de sus beneficios netos igual a cero; para una tasa de  $\dot{r}_1 = 77,6\%$  el proyecto se hace no rentable y el proyecto A se convierte en marginal, y para  $\dot{r}_1 = 110\%$  se hace marginal el proyecto B.

La regla que de aquí se desprende es la de encontrar para  $r_1$  aquel valor que haga rentable todos los proyectos que permita agotar en ellos el presupuesto fijo para este año, haciendo no rentables todos los demás que se rechaza. Por ejemplo, si tenemos un presupuesto fijo para este año de \$ 200 y tenemos disponibles los proyectos A, B y C indicados más arriba, los cuales insumen como inversión \$ 100 cada uno, la decisión correcta es emprender los proyectos A y B, pues a la tasa  $\dot{r}_1 = 77,6\%$  estos proyectos tienen  $BN_0$  positivos y el proyecto C tiene un  $BN_0$  negativo. (Esta solución supone que el crédito se puede disponer a partir del segundo año en adelante en cantidades ilimitadas a  $r = 5\%$ , de manera que la tasa alternativa para el inversor a partir del segundo año es la tasa de interés del mercado, igual al 5%).

Por consiguiente, lo que sugiero como solución es nada más que el cálculo de una tasa de descuento de sombra para ese primer año que venga a reflejar la escasez de capitales durante ese año. Deberían, asimismo, calcularse tasas de sombra para los años siguientes. El principio en que se basa esta recomendación es el mismo que inspiró la determinación de los  $r^*$ .

2 - Proyectos interdependientes: Nuevamente, el caso de mayor interdependencia es aquel en que los proyectos son mutuamente excluyentes. Mc Kean sugiere que se elija aquel proyecto cuyo valor actual descontado a la tasa interna de retornos del proyecto marginalmente rechazado sea mayor.

Suponiendo un presupuesto de \$ 200 y que los proyectos A y C anteriores sean mutuamente excluyentes, Mc Kean sugiere que se emprenda el proyecto C, con una tasa marginal del 10%, pues

$$BN_0^C = -100 + \frac{108}{1,10} + \frac{14,4}{1,21} = -100 + 98,18 + 11,9$$

$$BN_0^C = 10,18$$

mientras que para el proyecto A es:

$$BN_0^A = -100 + 10/0,10 = 0$$

Vale decir, se selecciona el proyecto C debido a que tiene un mayor valor actual.

de sus beneficios netos descontados a la tasa del proyecto marginalmente rechazado. Sin embargo, si el presupuesto de la empresa es mayor que \$ 200, de modo que el proyecto marginalmente rechazado tiene una tasa interna de retornos del 5%, con- vendrá emprender A antes que C, pues:

$$BN_0^C = -100 + 108/1,08 + 14,4/1,1164 = -100 + 100 + 12,3$$

$$BN_0^C = 12,3$$

en cambio para el proyecto A tenemos:

$$BN_0^A = -100 + 10/0,8 = -100 + 125$$

$$BN_0^A = 25$$

Mc Kean, entonces recomienda hacer distintas listas de prioridades para los dis- tintos tamaños posibles del presupuesto para inversiones.

Estimo que este método para establecer el ranking adolece de los mismos errores que destacamos anteriormente: aplica la tasa interna de retornos del proyecto mar- ginal a toda la vida de los proyectos aceptados. Esto no tiene justificación alguna.

La solución nuevamente, es asignar aquel  $\dot{r}_1$  al primer año que distribuya todo el presupuesto fijo entre proyectos que tienen un valor actual de sus flujos netos de be- neficios mayor que cero. Debe destacarse, nuevamente, que la restricción del pre- supuesto para inversiones puede extenderse al año siguiente y, de acuerdo con el monto que se dispondrá para el próximo año, debería imputarse un  $\dot{r}_2$  para el flujo de beneficios netos que se redituará durante el segundo año. Y así sucesivamente para los años posteriores. Nuevamente, el ranking de los proyectos, o la inclusión de uno a otro de proyectos mutuamente excluyentes en el ranking, se verá afectado por el monto del presupuesto; de modo que habrá un conjunto de proyectos rentables para cada disponibilidad de recursos de inversión.

El mismo principio de establecer una tasa de interés de sombra,  $\dot{r}$ , debe utilizar- se para llegar a un ranking en presencia de proyectos sustitutos y complementarios.

# CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

## VERSION DE LA SEXTA CLASE

### LA EVALUACION SOCIAL DE PROYECTOS

La evaluación social de los proyectos de inversión difiere de la evaluación privada debido al hecho que los costos o beneficios pertinentes para una empresa privada pueden diferir de los costos o beneficios pertinentes para la economía como un todo.

Un caso extremo es el del opio: los beneficios y costos de la inversión en opio para una empresa privada son radicalmente distintos de los beneficios y costos sociales en nuestra comunidad que está de acuerdo respecto de los efectos perniciosos del opio.

Es así como debemos aquí distinguir entre precios de mercado (precios privados) y precios de sombra (precios sociales). El primero que consideraremos es la tasa pertinente para descontar los flujos netos de beneficios. Antes de iniciar esto, sin embargo, quisiera discutir los problemas introducidos por el riesgo y la incertidumbre involucrados en un proyecto de inversión.

El problema del riesgo y la incertidumbre: Es conveniente primeramente distinguir entre los distintos tipos de riesgos: (1) Riesgos asegurables, (2) Riesgos relacionados con la vida útil (con el tiempo) de la inversión, (3) Riesgos involucrados en la actividad misma.

- (1) Respecto de los riesgos asegurables no hay problemas: deberá incluirse en los costos del proyecto las primas que se paguen a las compañías de seguro por la contratación de distintos tipos de seguros: contra incendio, robo, etc.
- (2) El primer tipo de riesgos no asegurables es aquel que generalmente están asociados con la duración de la inversión y con el cambio tecnológico. Al cabo de unos años pueden producirse cambios tecnológicos (o de mercado, o de gustos) que harán obsoleta la inversión. Ejemplo de esto puede ser la posible inversión en equipos sumamente especializados para la producción de "Hula-hups", donde la obsolescencia se produjo por cambios en los gustos (cambio de moda). Lo mismo con

la inversión en motores con combustión de madera para los autos durante la guerra, pero donde la obsolescencia se produjo por cambios en los precios de los combustibles; o bien la inversión en locomotoras a carbón (o en minas de carbón), donde la obsolescencia se produjo por cambios tecnológicos y también por los cambios en los precios de la mano de obra y de los combustibles.

Cómo considerar el factor riesgo proveniente de este "pasar del tiempo" que puede hacer obsoleta la inversión. Algunos autores recomiendan usar una tasa de interés más alta para descontar los flujos de beneficios, argumentando que debe exigirse un retorno más alto a las inversiones más riesgosas. Con este proceder se estaría de hecho dando menos peso a los beneficios que redituán en un futuro más lejano, obteniéndose así el efecto deseado. Sin embargo estimo que es erróneo aplicar la tasa de descuento más alta para toda la vida del proyecto en consideración. Si se desea darle menos peso a los beneficios netos que se reditarán en un futuro más o menos lejano puede aplicarse a ellos una tasa de descuento mayor. El grave problema, indudablemente, es determinar qué es un futuro más o menos lejano y cuanto mayor debe ser la tasa de descuento para esos flujos. Con todo, debe destacarse que la aplicación de una tasa de descuento "alta" para toda la vida del proyecto discriminará en exceso en contra de los proyectos con largo período de gestación o de larga vida. Estimo que el mejor procedimiento es hacer estimaciones lo más exactas posibles para los flujos de ingresos netos futuros, y castigar los ingresos más lejanos ya sea mediante una tasa de descuento mayor o mediante una estimación conservadora (pesimista) del flujo lejano.

- (3) Un problema radicalmente distinto es aquel de actividades inherentemente riesgosas, tales como la perforación de pozos de petróleo, la plantación de viñas u otros cultivos que se ven afectados por el granizo, heladas, sequías, etc. Debe en estos casos exigirse una tasa mayor con la cual descontar el flujo futuro de beneficios ?

Supongamos dos proyectos que tienen el siguiente flujo de ingresos probables:

| Proyecto A) | $IN_0$ | Probabilidad | $IN_1$             |        |
|-------------|--------|--------------|--------------------|--------|
|             | -100   | ( 0,5        | 210                | = 105) |
|             |        | ( 0,25       | 20                 | = 5)   |
|             |        | ( 0,25       | 0                  | = 0)   |
|             |        |              | E ( $IN_1$ ) = 110 |        |
| Proyecto B) | $IN_0$ | Probabilidad | $IN_1$             |        |
|             | -100   | 1 (certeza)  | 110                |        |

Ambos proyectos rinden en promedio una tasa de retornos del 10%. El proyecto A, sin embargo, puede resultar un gran negocio o un gran desastre, dependiendo de obtener \$210 o cero, mientras que el proyecto B rendirá seguro 10%. Cuál elegir? Es evidente que dependerá de los gustos del empresario en cuestión. Hay algunos que tienen atracción por el riesgo (juegan a la lotería) y habrá otros que tienen aversión al riesgo (no juegan a la lotería y prefieren tomar un seguro para evitar riesgos).

Una solución a este problema es presentar al "directorio de la empresa" las tasas internas de retornos de los proyectos, cuando se consideran los valores esperados de los beneficios, dejando que el directorio decida cual proyecto elegir. Alternativamente, pueden obtenerse los valores actuales de los beneficios esperados haciendo uso de una tasa de interés pertinente al proyecto: Si el crédito para ambos proyectos cuesta 10%, los proyectos son indiferentes respecto del valor actual de sus beneficios esperados; Si el crédito para el proyecto A cuesta 12% mientras que para el proyecto B cuesta 10%, se realizará el proyecto B, salvo que el dueño del negocio tenga una atracción al riesgo: que el 50% de probabilidad de obtener un ingreso neto de \$210 sea tan atractivo para él que prefiera correr el riesgo de recibir un ingreso de solo \$20 o uno de cero al final del primer año.

#### Resumiendo:

- 1) Los costos y beneficios de cada año deben ser el resultado de las mejores posibles estimaciones. Para esto debiera estimarse la llamada "Esperanza Matemática" de obtener esos costos y beneficios en cada año.
- 2) Pueden descontarse los  $IN_i$  haciendo uso de la tasa de interés a la cual se pueden obtener los fondos para esa inversión.
- 3) Deben incluirse en el informe la manera cómo se llegan a obtener las Esperanzas Matemáticas, pues la persona que debe tomar la decisión puede tener distintos grados de atracción al riesgo. Vale decir, deben incluirse las distribuciones de probabilidades que se usan para calcular el ingreso neto esperado de cada año.
- 4) Puede obtenerse la tasa interna de retornos de la inversión e incluirla en el informe junto con el punto 3).

#### A - LA TASA DE DESCUENTO PERTINENTE PARA LOS PROYECTO PUBLICOS DE INVERSION

En esta decisión se aplica el principio fundamental del costo alternativo de los fondos que el gobierno destina a sus inversiones. Los recursos disponibles los distrae de la inversión en el sector privado de la economía (mediante impuestos), de modo que la tasa de descuento pertinente para las

inversiones del sector público es el retorno que ese capital pudiera haber obtenido en el sector privado: es, por consiguiente, el producto marginal (la tasa marginal de retornos) del capital invertido en el sector privado.

Si, por ejemplo, una inversión adicional en el sector privado rinde de 10% y el sector público invierte ese dinero en obras públicas al 3%, la comunidad como un todo ha perdido en el proceso de transferir esos fondos desde el sector privado hacia el sector público: la comunidad está obteniendo sobre ese capital un 3% de retornos pudiendo obtener un 10%. De modo que es fundamental conocer cuál es el producto marginal del capital en el sector privado.

La determinación de la tasa de retornos al capital en el sector privado, o sea la productividad marginal del capital, puede obtenerse en parte de los balances de las empresas comerciales. Estos cálculos deben contemplar muy cuidadosamente el aspecto de los impuestos al capital que pueden existir, tales como los impuestos a las sociedades anónimas y otros impuestos sobre el retorno a los bienes de capital. Puesto que si bien el retorno al sector privado -al inversionista- puede ser del 5% una vez que ha pagado los impuestos, el retorno total (social) del capital, siendo el monto pagado en impuestos del 3%, será de un 8%: 5% va al inversor y 3% al fisco. Con esto, entonces, la tasa de descuento pertinente para las inversiones públicas debería ser 8%, y no solamente del 5%, ya que esa inversión ( que suponemos marginal) hubiera rendido 8% a la comunidad como un todo.

Estimo que las inversiones públicas en países tales como la Argentina y Chile, donde el capital es relativamente escaso, deberían usar una tasa de descuento por lo menos igual al 10% en años normales. En los EE. UU., donde el capital es relativamente más abundante, se estima que el producto marginal del capital en el sector privado es del orden del 10% por lo menos.

El economista Tinbergen sugiere el 10% por lo menos para los países en vías de desarrollo (The Design of Development, 1958). El economista Hirshleifer recomienda el 10% para las inversiones en irrigación y el economista Stockfish sugiere que el retorno en el sector privado es del orden de por lo menos el 15% en los EE. UU.

El mensaje importante que deseo transmitir es que no deben usarse en nuestros países tasas del orden del 3% o 6%, sino que mucho mayores, ya que usando tasas tan bajas pueden justificarse proyectos de muy largo período de gestación que tienden a hacernos invertir en "elefantes blancos". Nuestros países son pobres y no pueden darse el lujo de "tirar el dinero".



Una de las objeciones que se han hecho a usar tasas de descuento relativamente altas es que se desalientan los proyectos de larga vida, de modo que se está descuidando a las generaciones futuras de una manera que la comunidad "en el fondo" no lo desea. En terminología económica, la "tasa de preferencia social en el tiempo" es distinta de la tasa de interés o productividad marginal del capital. Vale decir, si bien es cierto que la tasa de interés en el mercado, cuando es 10%, indica que \$ 1 hoy es igual a \$ 1,10 el próximo año, una preferencia social en el tiempo del 3% indicaría que \$ 1 hoy es igual a sólo \$ 1,03 dentro de un año (deberían entregar-me solo \$ 1,03 dentro de un año para que esté dispuesto a sacrificar \$ 1 hoy). Este pensamiento es bastante común y muy esgrimido por los llamados "desarrollistas". Puede que sea un argumento valedero en el sentido que la comunidad debería llegar a una situación tal que las inversiones marginales rindan solo un 3%; pero ello no indica que la comunidad debe hacer un proyecto que rinda un 3% antes que uno que rinde el 10%. Lo único que se estaría haciendo con ello es empobrecer a las generaciones futuras en lugar de enriquecerlas.

#### El problema del riesgo:

Este ha sido, y es aun, motivo de muchas discusiones y desacuerdos entre economistas.

Supongamos que una determinada inversión (título) que con certeza entregará \$110 al cabo de un año cuesta en este momento \$100 (podría ser el caso de un bono o título del gobierno que hoy día cuesta \$100 y que dentro de un año valdrá \$110 con plena certeza); con esto, la tasa de interés "pura" sin riesgos es del 10% en esta economía.

Supongamos ahora que un bono de una compañía que manifiesta francamente que hay un 50% de probabilidad que pague los \$200 que promete pagar por ese bono dentro de un año; un 25% de probabilidad de que solo pueda pagar \$40, y un 25% de probabilidad de que ese bono no valga nada el próximo año. El ingreso esperado para el próximo año es por consiguiente:

$$E(IN_1) = 0,50 (200) + 0,25 (40) + 0,25 (0) = 100 + 10 + 0 = 110$$

Si el precio de este bono es actualmente \$100, se dice que en esta economía no existe ni atracción ni aversión al riesgo; si el precio es mayor que 100 (i. e. \$105) existe atracción al riesgo (ya que la gente está como jugando a una lotería); pero si el precio es menor que \$100 (i. e. \$95) se dice que existe aversión al riesgo:

$P_0 = 100$  implica que  $r_1 = 10\%$ : neutro al riesgo

$P_0 = 105$  " "  $r_2 = 4,76\%$ : atracción al riesgo

$P_0 = 95$  " "  $r_3 = 15,79\%$ : aversión al riesgo

La diferencia entre el  $r_i$  y el  $10\%$  puede tomarse como una medición del grado de atracción o aversión al riesgo.

Supongamos que el gobierno tiene un proyecto de inversión cuyo ingreso neto para el segundo año de vida del proyecto es del tipo siguiente: (el proyecto dura solo 2 años y cuesta \$100 emprenderlo).

| $IN_0$ | $IN_1$ | p robab. |       |                                |
|--------|--------|----------|-------|--------------------------------|
| 100    | 206    | 50%      | = 103 | ) por lo tanto $E(IN_1) = 113$ |
|        | 40     | 25%      | = 10  |                                |
|        | 0      | 25%      | = 0   |                                |

Debe el gobierno emprender la inversión?

Es justamente respecto de este problema que parece no haber acuerdo entre los economistas. Algunos dicen que sí, argumentando que el gobierno podría obtener todo el crédito que desea a una tasa de interés del  $10\%$  y, en este proyecto, la tasa esperada es del  $13\%$ . Otros opinan que si hay aversión al riesgo en esta economía con  $r_3 = 15,79\%$ , no debe emprenderse el proyecto pues el valor actual de los beneficios netos es negativo: si fuera financiado con bonos particulares a esa inversión (dejando de lado la posibilidad que tiene el gobierno de cobrar impuestos) debiera descontarse el flujo de ingresos a la tasa del  $15,79\%$ . En cambio, si existiera atracción al riesgo ( $r_2 = 4,76\%$ ), debe emprenderse el proyecto. Particularmente opino que el gobierno debe aplicar a sus proyectos de inversión tasas de interés que incluyan la atracción o aversión al riesgo involucrado en cada proyecto, tal como si tuviera que obtener del mercado los fondos necesarios para cada una de las inversiones en particular.

Puede destacarse que en el ejemplo de más arriba hemos supuesto que la "prima" por la aversión al riesgo sigue siendo  $5,79\%$  para la distribución de probabilidades indicada. Pero, éste no tiene por qué ser el caso: ambos tienen la misma distribución de probabilidades, pero tienen distintos valores esperados. Los proyectos A y B de más abajo tienen el mismo valor para la esperanza matemática (tienen igual valor esperado de sus flujos netos), pero con distinta distribución de probabilidades: no hay razón alguna para que los bonos que financiarían cada una de estas inversiones tengan el mismo precio:

Proyecto A:  $0,01 (10000) + 0,99 (10,01) = 100 + 10 = 110 = E (IN)^A$

Proyecto B:  $0,50 (100) + 0,50 (120) = 50 + 60 = 110 = E (IN)^B$

En A existe una gran probabilidad de perder íntegramente el costo inicial de la inversión (\$100) y una pequeña probabilidad de ganar mucho; en B es imposible perder o ganar "mucho", ya que o se pierden \$10 o bien se ganan \$10. Creo que es difícil saber cual de estas dos "rifas" conseguirá vender más números a \$100 cada número, ya que hay gente que en la ruleta le juega a pleno solamente, con gran probabilidad de perder, mientras que existen otras personas que llenan la mesa de fichas para disminuir la probabilidad de pérdida pero contentándose con un premio esperado menor.

Por último, podemos destacar que el modelo puede complicarse enormemente, dependiendo de las condiciones que se presenten en cada caso. Veamos algunos ejemplos.

a) Supongamos que los resultados que se obtienen al final del primer año de realizada la inversión no afectan en nada los posibles ingresos del segundo año, siendo estos flujos los siguientes;

| $IN_0$ | $IN_1$                                 | $IN_2$                                       |
|--------|--|--|
| -100   | 50% --8 ) $E (IN_1) = 10$<br>50% --12) | 20% --500 ) $E (IN_2) = 100$<br>80% -- 12,5) |

Supongamos ahora que para la distribución de probabilidades correspondientes al  $IN_1$  se exige una tasa de interés del 8%, mientras que para la distribución correspondiente a  $IN_2$  se exige una del 15%. Cuál es el valor actual del flujo de beneficios?

Al año 1 debemos exigirle un 8% de modo que  $IN_0^1 = 9,26$

Al año 2 debemos exigirle un 15%, o sea  $IN_0^2 = 110 / (1,15)^2 = 83,18$

Por lo tanto

$$IN_0 = -100 + 9,26 + 83,18 = -7,56$$

de modo que la inversión no debe realizarse. Se realizaría solo si el costo inicial fuera \$92,44 (=100 - 7,56), con lo cual el flujo de beneficios sería igual a cero. Nótese, sin embargo, que la tasa interna de retornos de esta inversión, cuando se toman los valores "esperados" del ingreso neto para cada año, es del 10%, y por consiguiente, el uso de una tasa de interés libre de riesgo del 7% indicaría que este proyecto es socialmente deseable. Estimo que el gobierno debe respetar los gustos de la comunidad que se reflejan en la tasa de interés exigida y, por lo tanto, no debería emprender este proyecto.

Si alteramos el flujo de ingresos esperados, de modo que los \$110 se reciben al final del primer año, tendríamos que:

$$IN_0 = -100 + 110/(1,15) + 10/(1,08)^2 = -100 + 95,65 + 8,57 = 4,22$$

con lo cual es conveniente emprender el proyecto dados los gustos de la comunidad.

b) Los casos se complican enormemente cuando los beneficios que se pueden obtener durante el segundo año dependen de los resultados que se hayan obtenido durante el primero: pueden modificarse o verse afectadas las distribuciones de probabilidades, como también puede afectarse la esperanza matemática o valor esperado del ingreso debido a cambios en los valores de los beneficios posibles.

Estimo que no vale la pena insistir mucho más en estos aspectos un tanto teóricos del problema suscitado por la tasa de descuento que debe aplicarse a las inversiones públicas. Baste con decir que en general estimo que debe usarse o exigirse a los proyectos públicos una tasa no inferior al 10%.

NOTA:

ACLARACION DE LA QUINTA CLASE: En la clase anterior no se presentó el caso posible de que dos inversiones que están siendo comparadas, o de las cuales quiere obtenerse un orden de prioridades, puedan tener distintos períodos de vida útil.

Vimos el ejemplo en que se quería determinar la conveniencia de construir una carretera de cemento o una de asfalto. Puede ser que la carretera de cemento dure más tiempo que la de asfalto, surgiendo entonces el problema de tener que comparar o hacer comparables ambos proyectos. Esto se puede obtener de dos maneras distintas

a) Buscar un período de tiempo común a ambas inversiones: Sí, por ejemplo, la carretera de cemento dura 30 años mientras que la de asfalto dura tan sólo 10 años, debemos considerar que un proyecto es construir una de cemento contra la construcción de tres iguales de asfalto: una ahora, otra dentro de 10 años, y la tercera dentro de 20 años. De esta manera podemos comparar ambos proyectos; en caso contrario se estaría discriminando siempre contra de aquella que tiene mayor duración por requerir en la mayoría de los casos una mayor inversión inicial. Los problemas introducidos por el riesgo asociado con la vida útil pueden llevar a preferir la inversión de más corta vida útil.

b) Anualizar los beneficios y costos: Mediante este método, una vez obtenido el valor actual de los flujos de ambos proyectos que tienen distinta vida útil, se procede a anualizar estos valores actuales. Se entiende por anualizar el obtener un flujo constante de ingresos para cada año que permita llegar al mismo valor actual. O sea, el valor presente que da el flujo de beneficios del proyecto puede transformarse en otro flujo constante cuyo valor actual es igual. Para esto hay que recurrir a un manual de Matemática Financiera en donde se pueden obtener las fórmulas para los distintos casos. De esta manera, para fijar un orden de prioridades, no debemos comparar los valores actuales de los flujos de los proyectos, sino que debemos comparar las anualidades para cada uno de ellos, aceptando el proyecto que presente una mayor anualidad.



## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA SEPTIMA CLASE

En la clase anterior comenzamos a analizar la evaluación social de proyectos de inversión. Vimos primeramente cual debe ser la tasa pertinente para el gobierno para descontar los flujos de un determinado proyecto. Hagamos un pequeño resumen.

#### A - LA TASA DE DESCUENTO PERTINENTE PARA LOS PROYECTOS PUBLICOS

Las conclusiones a las que arribamos fueron que la tasa pertinente de descuento debe ser el producto alternativo o producto marginal del capital en el sector privado de la economía. A pesar de ser difícil la determinación de este valor, podemos afirmar que para economías como la de Argentina o Chile en ningún caso debe exigirse a los proyectos gubernamentales un retorno menor del 10%, ya que en caso contrario lo único que se hace es empobrecer a la comunidad justificando proyectos de muy largo período de gestación y distraendo recursos que podrían rendir beneficios mayores en el sector privado.

Luego analizamos el problema que surge al considerar el factor riesgo de los proyectos. Llegamos a la conclusión que el gobierno debe tener en cuenta las posibles distribuciones de probabilidades de ingreso de una inversión y exigir al proyecto una tasa acorde con el grado de aversión o atracción al riesgo que tenga la comunidad. Vale decir, para aquellos proyectos inherentemente riesgosos debe usarse una tasa de descuento "alta" en caso que exista aversión al riesgo, o bien una más baja en el caso que la comunidad tenga atracción por el riesgo. Una manera de estimar aproximadamente esta tasa es comparar el proyecto en estudio con alguna actividad o inversión que presente un grado de incertidumbre o riesgo mas o menos similar, y usar como tasa de descuento el retorno exigido en esa actividad.

#### B - DISCREPANCIA ENTRE BENEFICIOS Y COSTOS SOCIALES Y PRIVADOS

Los costos y beneficios para una empresa privada pueden diferir de los costos y beneficios pertinentes para la economía como un todo (costos y beneficios sociales). Esta discrepancia puede surgir como consecuencia de

la aparición de economías y deseconomías tecnológicas externas a un proyecto, o bien debido a otros factores tales como impuestos, imperfecciones del mercado, etc.

a) Economías y deseconomías externas:

Los costos y beneficios privados afectan las decisiones de las empresas privadas respecto de inversiones, en el sentido que estos afectan los resultados -la cuenta de pérdidas y ganancias- de las empresas. Por ejemplo, una fábrica de cemento considerará como costos los montos "efectivamente" pagados por los insumos utilizados en la producción, y como beneficios los ingresos o precios "efectivamente" recibidos por la venta del cemento en el mercado nacional o extranjero. Una inversión que consista en drenar un terreno anegado considerará como costos los insumos pagados para el drenaje, y como beneficios el aumento de la producción que se puede obtener de este terreno una vez que haya sido drenado.

Sin embargo los costos y beneficios sociales de estas actividades pueden diferir o discrepar substancialmente de los privados: la producción de cemento puede afectar, debido al humo de sus chimeneas, la productividad de las tierras agrícolas cercanas a la fábrica, de modo que parte del costo del producir cemento es la disminución de la producción agrícola de la zona. Aquí se ha producido una deseconomía externa. El drenaje de las tierras más puede aumentar el flujo de agua subterránea de un pozo que se encuentra en otra tierra contigua. De esta manera el vecino recibe un beneficio absolutamente gratis, ya que no puedo cobrarle este incremento del agua en su pozo: de ninguna manera puedo incluir como beneficio privado de mi proyecto de drenaje el aumento de agua ni el aumento en la producción que esta agua inducirá en mis vecinos (salvo que las tierras vecinas sean también de mi propiedad). En este caso se ha producido una economía externa. De la misma manera, si el drenaje de las tierras hace que disminuya la humedad de otras tierras más altas, con lo cual disminuirá su productividad, aparece una deseconomía externa.

Estos costos o beneficios no recaen sobre la persona que emprende el proyecto y, por lo tanto, no afectan sus decisiones respecto de construirlo o de qué tamaño construirlo. Sin embargo, son costos y beneficios que afectan a la comunidad como un todo; es por ello que debe considerarse los en la evaluación de proyectos desde el punto de vista social.

Respecto de los costos impuestos al sector agrícola por el humo de la fábrica de cemento, el gobierno debiera gravar la producción de cemento con un impuesto suficiente como para que, aumentando así el costo privado de producción, se llegue a una situación en que el costo social de producción sea igual al precio (el beneficio social) de la producción.

Análogamente, puede ser que el costo privado del drenaje del terreno sea mayor que los beneficios privados, y por consiguiente, no sea rentable para el particular emprender el proyecto. Si los beneficios sociales del proyecto son mayores que los costos privados y mayores que los costos sociales, debiera ser función del gobierno subsidiar la obra para que esta se lleve a cabo: socialmente el proyecto se justifica, aunque no se justifica privadamente debido a que el empresario no puede cobrar o captar todos los beneficios del proyecto.

Por consiguiente, en la evaluación social de proyectos deben considerarse todos aquellos costos o beneficios secundarios que se producen como consecuencia de la realización del proyecto (y que no se pueden captar) como así también los beneficios o costos directos que el proyecto implica.

(Otro ejemplo que suele citarse es el caso de las colmenas que están contiguas a plantaciones de frutales. El dueño de las abejas no puede contar como beneficio de su proyecto el incremento en la producción de manzanas de la quinta vecina, salvo que sean del mismo dueño tanto las abejas como la quinta).

Este tema se presta a muchas especulaciones para justificar determinadas inversiones públicas, argumentando que los beneficios sociales son mayores que las privados. Hay que tener cuidado con el análisis de estas discrepancias porque pueden llevar a cometer grandes errores. En general es cierto que cuando las pérdidas de una determinada inversión son "muy grandes", es prácticamente imposible justificar la inversión mediante beneficios secundarios de este tipo.

Sin embargo, existen otras discrepancias entre los costos y los beneficios sociales y privados que sí son muy importantes. Veremos estas a continuación.

#### b) Otras fuentes de discrepancia:

Estas discrepancias en la mayoría de los casos están introducidas en el mercado por la acción misma del gobierno:

- (1) Discrepancias producidas por la aplicación de impuestos y subsidios.
- (2) Otros factores que hacen que el costo del producto para el productor difiera del precio que el consumidor debe pagar por ese producto (las imperfecciones del mercado): Actividades monopólicas y monopsónicas, etc.
- (3) Imperfecciones o inflexibilidades en el mercado del trabajo que lleva a situaciones de utilización incompleta (desocupación "estructural") de la mano de obra.



Antes de entrar a analizar cada uno de estos puntos, que son causal muy importante en la introducción de discrepancias, estimo que es de un valor fundamental desarrollar algunos conceptos básicos de teoría económica que permiten una mejor comprensión de estos problemas. Para ello analizaremos rápidamente los conceptos de teoría de la demanda, teoría de la oferta y el equilibrio del mercado competitivo.

## ALGUNOS CONCEPTOS DE TEORIA ECONOMICA

### I - TEORIA DE LA DEMANDA

Una curva de demanda indica las máximas cantidades de un producto dado que se adquirirían a distintos precios del producto en el supuesto que otras variables pertinentes permanecen constantes.

Trabajos econométricos (estadísticos) han mostrado que las variaciones en las cantidades consumidas de un sin número de productos de consumo final pueden explicarse significativamente por:

- a) cambios en el precio del producto en cuestión ( $P_x$ )
- b) cambios en la población ( $N$ )
- c) cambios en el ingreso (renta) de esa población ( $I$ )
- d) cambios en los precios de los productos íntimamente relacionados (en el consumo) con el bien en cuestión ( $P_z$ )

De modo que en general podemos excribir la siguiente función de demanda para producto de consumo final  $X$ :

$$(1) X = f(P_x, N, I, P_z, G)$$

donde la variable  $G$  incluye todas aquellas otras cosas que afectan el consumo del bien  $X$ . Algunas de estas cosas incluidas en  $G$  pueden ser muy importantes, dependiendo del producto cuya demanda se analiza: la temperatura media y duración del invierno (verano) en el consumo de gas-(Coca-Gola). Otras pueden no ser importantes, sino que deben incluirse para explicar la totalidad de los cambios en el consumo: estas pueden ser cambios en los precios de los productos que no están íntimamente relacionados (el precio de los cines en la demanda por zapatos), gustos particulares, etc. Puede también incluirse una variable que mida la publicidad del artículo, estimándose la demanda con o sin publicidad. Por último,  $G$  puede incluir otras cosas que siendo importantes no son medibles o predecibles, tales como cambios en gustos (la demanda por hula-hups)

Una variable que puede ser muy importante es la distribución personal del ingreso nacional en la población. La demanda por automóviles de lujo será muy distinta en dos países que, teniendo el mismo ingreso promedio por habitante, tienen una distribución de ese ingreso distinta (el uno con una distribución igualitaria y el otro con una distribución muy desigual con los grandes estratos: pobres y ricos). Asimismo, puede ser pertinente la distribución de la población, tanto por edades como sectores: los niños no consumen yerba mate, y la yerba mate se consume más en el campo que en la ciudad. Cada producto en particular deberá requerir de la imaginación del economista para llegar a una estimación de la función de demanda por el producto que se estudia. Un estudio de mercado, que nos ayuda a predecir cambios en el consumo, no es otra cosa que una proyección que se basa en una estimación de demanda por el producto en cuestión y en proyecciones para los cambios en las variables incluidas en la función.

La curva de demanda es la relación funcional entre los precios y las cantidades de  $X$ , dejando constante todas aquellas otras variables incluidas en la función de demanda indicada en (1).

En una gráfica pueden medirse los precios en las ordenadas, y las cantidades máximas que se consumirán de  $X$  por unidad de tiempo en las abscisas.

La teoría económica y los trabajos econométricos indican que la relación funcional tiene inclinación negativa (la derivada de  $x$  respecto del precio de  $x$  es negativa) de modo que un cambio en precios provocará un cambio opuesto en las cantidades máximas que se consumirían por unidad de tiempo (por año, por mes, etc.):

Al precio de  $P_0$  se consumirán como máximo  $X_0^0$  unidades al año; al precio de  $P_1$  se consumirían como máximo  $X_1^0$  unidades al año. La demanda  $D_X^0$  es la demanda que se observaría para ciertos valores dados de las otras variables incluidas en la función especificada. Cambios en cualquiera de estas variables provocarían traslados de la curva de demanda. Por ejemplo,  $D_X^1$  puede corresponder a la demanda para un valor mayor de  $I, N$  ó  $P_z$  que los considerados en  $D_X^0$ . De modo que las derivadas parciales de  $X$  con respecto al ingreso, a la población, y al precio de bienes muy relacionados con todos esos casos, son positivas: un aumento en algunas de estas variables se corresponde con (habría provocado) un aumento en el consumo para el mismo precio. (Gráfico I).

Al mismo tiempo  $D_X^2$  puede corresponder a valores mayores de  $I$  que los incluidos en  $D_X^0$ ; en este caso las derivadas parciales de  $X$  con respecto a  $I$  ó  $P_z$  serán negativas, tal que un aumento en el ingreso o en el

precio de los bienes muy relacionados provoca una disminución en el consumo de  $x$  para un mismo precio.

Creo que es dable esperar que la derivada de  $X$  con respecto a  $N$  sea casi siempre positiva (siempre será cierto que el consumo total de algo aumentará frente a aumentos en la población total del país).

Los economistas llaman bienes inferiores a aquellos cuyo consumo disminuye frente a aumentos en el ingreso (la derivada de  $X$  con respecto a  $I$  es negativa), y bienes superiores a

aquellos cuyo consumo aumenta frente a aumentos en el ingreso, (la derivada de  $X$  con respecto a  $I$  es positiva). Llamamos bienes complementarios, en el sentido que  $X$  es complementario con  $Z$ , a aquellos cuyo consumo aumenta frente a bajas en el precio de otro (la derivada de  $X$  con respecto al precio de  $Z$  es negativa), y se llaman bienes sustitutos, en el sentido que  $X$  es sustitutivo de  $Z$ , a aquellos cuyo consumo disminuye frente a bajas en el precio del otro (la derivada de  $X$  con respecto al precio de  $Z$  es positiva). En las proyecciones para la demanda por el producto de un proyecto será importante determinar la función de su demanda y llegar a estimaciones respecto de los cambios que se producirán con el tiempo en las variables incluidas.

El excedente del consumidor: Para aquellos bienes que representan una proporción "pequeña" del presupuesto del consumidor (de los gastos totales del consumidor) puede afirmarse que el área bajo la curva de demanda mide la cantidad total de dinero que un consumidor está dispuesto a pagar por consumir las distintas cantidades cuando se lo enfrenta con la alternativa de consumir esa cantidad o no consumir nada. Por ejemplo, cuando el precio es  $P_0$ , el consumidor está en efecto pagando  $X_0 P_0$  por consumir  $X_0$ , mientras que hubiera estado dispuesto a pagar hasta  $DAX_0O$  por consumirla. De este modo, al tener la libertad de consumir lo que desea al precio de  $P_0$  y consumir en efecto  $X_0$ , está recibiendo un regalo igual al área  $DAP_0$ . Este regalo es el llamado "excedente del consumidor". (Gráfico II).

Si el precio de  $X$  baja hasta  $P_1$ , el excedente del consumidor aumenta en  $P_0ACP_1 + ACE$ ; o sea, aumenta en una cantidad igual al consumo original multiplicado por el cambio en el precio, mas la mitad del producto entre el cambio en precios y el cambio en cantidad.

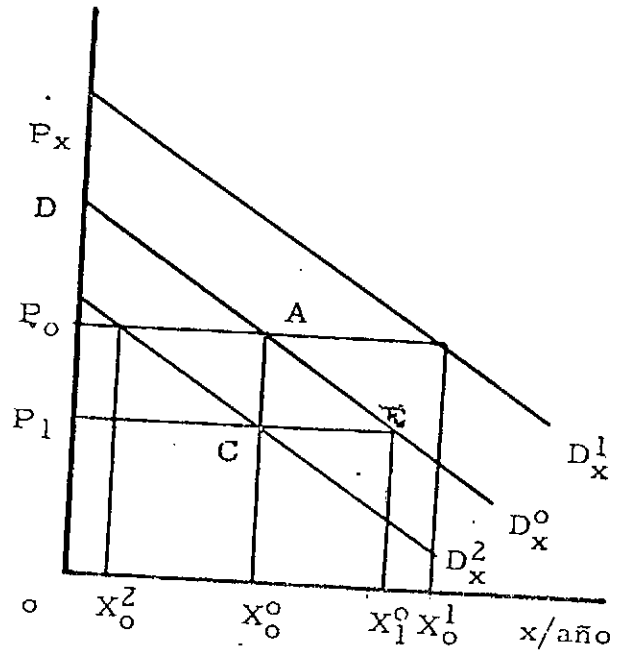


GRAFICO I

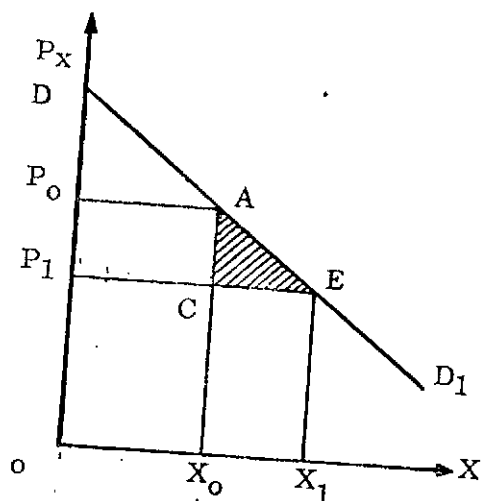


GRAFICO II

Con ésto se quiere indicar que si bien un proyecto que aumenta la cantidad producida de X en  $(X_1 - X_0)$  percibe un beneficio privado igual al ingreso de las ventas,  $IT = P_1 (X_1 - X_0)$ , el beneficio social de este proyecto es:

$$ITS = P_1 (X - X_0) + X_0 (P_0 - P_1) + (1/2) (P_0 - P_1) (X_1 - X_0)$$

Es claro que serán excepcionales los casos en que un proyecto venga a reducir significativamente el precio de un producto; pero en aquellos casos en que lo hace, el beneficio privado subestima el verdadero beneficio social para la economía. El beneficio privado es lo que efectivamente se recibe como ingresos por la venta del producto; el beneficio social es igual a esta cantidad más el cambio en el excedente del consumidor que recibe la comunidad: por las unidades que van hasta  $X_0$ , la comunidad paga ahora un precio de  $P_1$  en vez de  $P_0$ ; por el aumento del consumo paga una cantidad igual al área bajo la curva de demanda entre  $X_0$  y  $X_1$ , es decir,  $X_0 X_1 EA$ . Más adelante se demostrará que el beneficio social  $P_0 AC P_1$ , se ve compensado por una pérdida social de igual magnitud, de modo que el beneficio social neto de un proyecto incluirá solamente el triángulo AEC.

Debo volver a destacar que, estrictamente, este análisis es válido solo para aquellos bienes que representan una pequeña proporción del gasto total de la comunidad. El análisis se ve viciado cuando este requisito no se cumple. Es también importante destacar que no interesará el concepto de excedente total del consumidor (el área  $DAP_0$  puede ser "muy" grande para productos tales como penicilina). Nuestro interés estará en medir los cambios en el excedente.

Elasticidades de la función de demanda: En general es cierto que los trabajos empíricos sobre funciones de demanda determinan "con menor error" las llamadas elasticidades de la función de demanda: elasticidad-precio, elasticidad-ingreso, elasticidad-población, elasticidad-ingreso, y elasticidad cruzada.

La elasticidad-ingreso de la demanda indica el cambio porcentual en la cantidad demandada frente a (debido exclusivamente a) un cambio porcentual en la variable ingreso. De modo que las elasticidades deben definirse usando la derivada parcial logarítmica de X con respecto al (logaritmo) del ingreso, precio, población y precio de los bienes intimamente relacionados. También pueden definirse haciendo uso de incrementos discretos.

Vale decir que:

$$\eta_{X, P_x} = \frac{\frac{\Delta x}{X}}{\frac{\Delta P_x}{P_x}} = \frac{\Delta x}{\Delta P_x} \cdot \frac{P_x}{X} = \frac{\partial \log x}{\partial \log P} \quad \text{elasticidad-precio}$$

$$\eta_{X, N} = \frac{\frac{\Delta x}{X}}{\frac{\Delta N}{N}} = \frac{\Delta X}{\Delta N} \cdot \frac{N}{X} = \frac{\partial \log x}{\partial \log N} \quad \text{elasticidad-población}$$

$$\eta_{X, I} = \frac{\frac{\Delta x}{X}}{\frac{\Delta I}{I}} = \frac{\Delta x}{\Delta I} \cdot \frac{I}{X} = \frac{\partial \log x}{\partial \log I} \quad \text{elasticidad-ingreso}$$

$$\eta_{X, P_z} = \frac{\frac{\Delta x}{X}}{\frac{\Delta P_z}{P_z}} = \frac{\Delta X}{\Delta P_z} \cdot \frac{P_z}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log P_z} \quad \text{elasticidad-cruzada}$$

Lo que habíamos dicho de bienes superiores e inferiores, y complementarios y sustitutos, mediante las derivadas parciales primeras, puede decirse también mediante las elasticidades:

La elasticidad-ingreso de la demanda indica el cambio porcentual en la cantidad demandada frente a (debido exclusivamente a) un cambio porcentual en la variable ingreso. De modo que las elasticidades deben definirse usando la derivada parcial logarítmica de X con respecto al (logaritmo) del ingreso, precio, población y precio de los bienes íntimamente relacionados. También pueden definirse haciendo uso de incrementos discretos.

Vale decir que:

$$\eta_{X, P_x} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta P_x}{P_x}} = \frac{\Delta x}{\Delta P_x} \cdot \frac{P_x}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log P} \quad \text{elasticidad-precio}$$

$$\eta_{X, N} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta N}{N}} = \frac{\Delta x}{\Delta N} \cdot \frac{N}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log N} \quad \text{elasticidad-población}$$

$$\eta_{X, I} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta I}{I}} = \frac{\Delta x}{\Delta I} \cdot \frac{I}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log I} \quad \text{elasticidad-ingreso}$$

$$\eta_{X, P_z} = \frac{\frac{\Delta x}{x}}{\frac{\Delta P_z}{P_z}} = \frac{\Delta x}{\Delta P_z} \cdot \frac{P_z}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log P_z} \quad \text{elasticidad-cruzada}$$

Lo que habíamos dicho de bienes superiores e inferiores, y complementarios y sustitutos, mediante las derivadas parciales primeras, puede decirse también mediante las elasticidades:

$\eta_{x, P_x} < 0$  : la elasticidad-precio es siempre negativa

$\eta_{x, I} > 0$  bien superior:  $\eta_{x, I} < 0$  . bien inferior

$\eta_{x, P_z} > 0$  bien sustituto  $\eta_{x, P_z} < 0$  bien complementario

$\eta_{x, N} > 0$  ( $\approx +1$ ) la elasticidad población es siempre positiva y en general igual a +1; vale decir, un cambio del 5% en la población provocará en general un cambio del 5% en el consumo del bien X (si las otras variables de que depende la demanda por X permanecen constantes).

La elasticidad-precio adquiere especial importancia en la medición de los cambios del excedente del consumidor provocado por un cambio dado en el precio. Habíamos dicho que la variación del excedente del consumidor era igual a la cantidad consumida del bien ( $X_0$ ) multiplicada por la diferencia o variación del precio ( $P_0 - P_1$ ), mas un medio de la variación en el precio multiplicada por la variación en la cantidad (en el gráfico anterior, sería igual la suma del área del rectángulo mas el área del triángulo)

Vale decir:

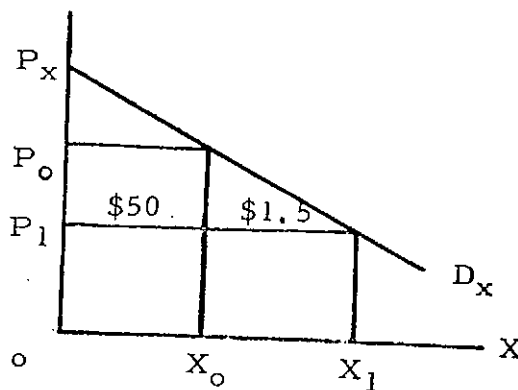
$$\begin{aligned} - (\Delta \text{Exc.}) &= (x \Delta P) + \frac{1}{2} (\Delta P \cdot \Delta x) \\ &= x \Delta P + \frac{1}{2} \Delta P^2 \frac{\Delta x}{P} \cdot \frac{P}{X} \cdot \frac{X}{P} \\ &= x \cdot \Delta P + \frac{1}{2} \frac{\Delta P}{\Delta P} \cdot \Delta P \cdot X \cdot \eta \\ &= x \cdot \Delta P \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta P}{P} \eta \right) \end{aligned}$$

$$- \Delta \text{Exc.} = (X \cdot P) \left( \frac{\Delta P}{P} \right) \left( 1 + \frac{1}{2} \frac{\Delta P}{P} \eta \right)$$

Con la fórmula anterior, conociendo la elasticidad -precio de la demanda por el bien X, y teniendo una estimación del cambio porcentual en precios que se espera produzca el aumento de producción del proyecto, puede llegarse a una estimación del cambio que se provocará en el excedente del consumidor, y de esta manera poder estimar el beneficio social del proyecto.

Supóngase que la elasticidad precio de la demanda por X sea -1,2 y se espera reducir en 5% el precio del producto en el cual se gastan ahora \$1.000.

$$\begin{aligned}
 -\Delta \text{Exc} &= (-0.05) (1000) \left[ 1 + \frac{1}{2} (-0.05) (-1, 2) \right] \\
 &= -50 (1 + 0.03) = -50 - 1.5 = -\$ 51.5
 \end{aligned}$$



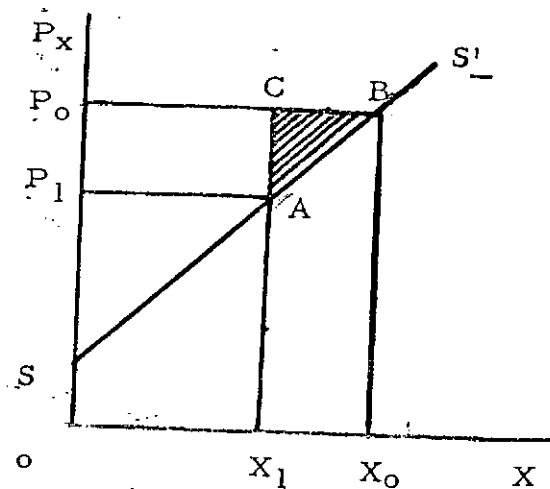
## II - TEORIA DE LA OFERTA

Una curva de oferta indica las máximas cantidades que se ofrecerán de un bien en el mercado, a distintos precios del producto, cuando se presumen constantes ciertas variables. Estas variables se refieren a la tecnología, a las curvas de oferta de factores, a la industria en cuestión y a los precios de bienes íntimamente relacionados con X en la producción.

La curva de oferta  $SS'$  en el gráfico indica que al precio de  $P_0$  se estaría dispuesto a ofrecer como máximo una cantidad  $X_0$ , mientras que al precio menor  $P_1$  se ofrecería como máximo solo la cantidad  $X_1$ : al disminuir el precio habrá firmas que se retirarán de la industria, quedando las más eficientes que, por tener costos menores, pueden seguir operando.

Al igual que para la demanda puede definirse una elasticidad precio para la oferta:

$$\text{EX}_1 P_x = \frac{\Delta x}{x} \cdot \frac{\Delta P_x}{P_x} = \frac{\Delta x}{\Delta P_x} \cdot \frac{P_x}{x} = \frac{\partial \log x}{\partial \log P_x}$$



Esta elasticidad es, en general, positiva. Habrán industrias que tienen las llamadas "economías de escala" y tendrán curvas de oferta con inclinación negativa: los precios pueden ser menores para una mayor cantidad producida.



Para los efectos de este curso no entraremos a demostrar, aceptándolo por fé, que el área bajo la curva de oferta (cuando se la define en el contexto de un modelo de equilibrio general) mide el costo social (en recursos productivos) de producir los diferentes volúmenes de producción. Así, el costo social de producir  $X_1$  es  $OX_1AS$ ; y el costo social adicional de producir  $(X_0 - X_1)$  es igual  $X_1X_0BA$ : el valor de los recursos productivos adicionales empleados en la producción adicional de  $X$  (el valor de la producción sacrificada por el hecho de producir más de  $X$ ) es igual a  $X_1X_0BA$  cuando es cierto que la curva de oferta se define apropiadamente.

Con esto se llega al concepto del "excedente del productor". Este es igual a  $SAP_1$  cuando la producción es igual a  $X_1$ , e igual a  $SBP_0$  cuando la producción es  $X_0$ .

Conviene destacar que  $X_0B = OP_0$  es el llamado costo marginal de producir la cantidad  $X_0$ . Si el precio del producto en el mercado es  $P_0$  y se está produciendo solo  $X_1$ , la comunidad no está haciendo un uso eficiente de sus recursos, pues el costo marginal de producción ( $X_1A$ ) es menor que el precio del producto. La comunidad debiera dedicar  $AX_1X_0B$  recursos más a la producción de  $X$ , ganando así el excedente del productor  $ABC$ .

# CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

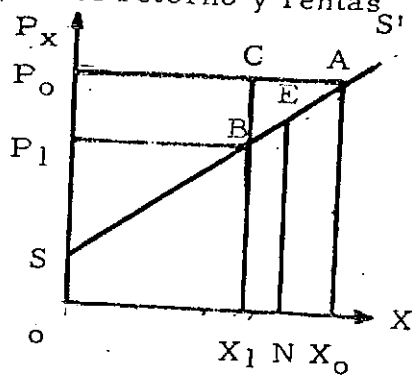
Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

## VERSION DE LA OCTAVA CLASE

En la clase anterior analizamos rápidamente los conceptos de la teoría de la oferta, tocando también el punto correspondiente a excedente del productor. Hagamos un pequeño resumen de este último punto.

### El excedente del productor:

El área bajo la curva de oferta, dijimos, indica el costo real total en recursos de producir las determinadas cantidades del producto X. Para una producción de  $X_0$ , el costo real en recursos (variables) es igual al área  $SOX_0A$ , el excedente del productor ( $SAP_0$ ) es el retorno y rentas que reciben los factores que son específicos a la industria del bien X. Esto incluye las "utilidades" de las empresas que están en la industria y, además, los cambios que se producen en los precios de los insumos utilizados en la industria, a medida que la industria expande su producción. Cuando el precio del producto disminuye hasta  $P_1$  con una producción de  $X_1$ , se produce una pérdida en el excedente del productor igual a  $P_0ABP_1$ : bajan los precios de algunos insumos y disminuyen las "utilidades" de las firmas que componen la industria en una cantidad total igual a la reducción en el excedente del productor. El costo para la comunidad de producir  $X_1$  es, en efecto,  $OX_1BS$  y el excedente del productor es, ahora  $SBP_1$ .



Para comprender mejor el concepto de excedente del productor veamos un pequeño ejemplo. Supongamos que  $X$  son ingenieros. En un momento dado hay una cantidad  $X_1$  de ingenieros trabajando en esta industria al sueldo de  $P_1$ . Supongamos ahora que hay un aumento de la demanda por ingenieros de modo que se demandarán a  $X_0$  ingenieros en esta industria. Debido a este aumento, los sueldos percibidos subirán hasta llegar a  $P_0$ . Los ingenieros que ya estaban en esta industria ( $OX_1$ ) reciben ahora un sueldo de  $P_0$ , con lo cual han ganado en total una cantidad igual a  $P_1BCP_0$ ; los ingenieros atraídos a esta industria ( $X_0 - X_1$ ) habrían estado dispuestos a recibir el

suelo indicado por la curva de oferta (el ingeniero  $N$  se transferiría a esta industria con un sueldo de  $NE$ ), de modo que el costo real en ingenieros adicionales es el área bajo la curva de oferta  $X_1X_0$   $AB$ , y el área  $BAC$  es una "renta" que perciben los ingenieros. El aumento total en renta -el aumento en excedente del productor- entonces es igual a  $P_1BA P_0$ .

### III - EQUILIBRIO (EFICIENCIA) DEL MERCADO

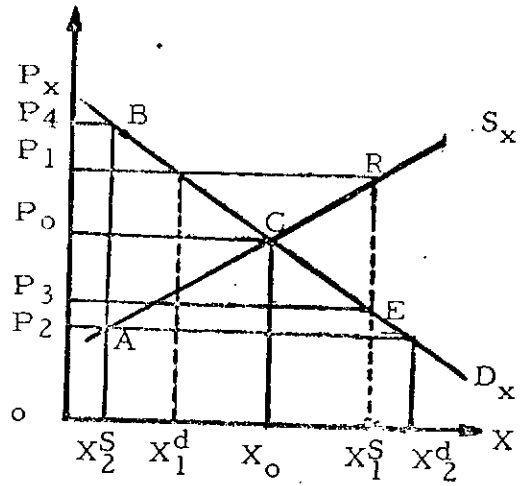
Los precios de un producto en el mercado se establecen mediante la interacción de la demanda y la oferta, o por medio de una ley coercitiva que los fija. En el gráfico siguiente se tienen las curvas de oferta y demanda de un bien  $X$  en una economía. El precio de equilibrio es  $P_0$ , con una cantidad producida (ofrecida) y comprada (demandada) de  $X_0$ . Este precio es eficiente si es cierto que la curva de oferta ( $P_0$ ) indica el costo (adicional) real y social en recursos para producir la cantidad  $X_0$ , y la curva de demanda ( $P_0$ ) indica el valor en pesos para la comunidad de consumir una cantidad adicional de  $X_0$ . Esto es eficiente puesto que si se produjera una cantidad mayor que  $X_0$  ( $X_1^S$ ) el costo social de producir la última unidad ( $P_1$ ) es mayor que el beneficio social de consumirla ( $P_3$ ); producir una cantidad menor que  $X_0$  ( $X_2^S$ ) hace que el beneficio social de contar con una unidad más de  $X$  ( $P_4$ ) sea mayor que el costo para la comunidad de obtenerla ( $P_2$ ), de modo que sería conveniente distraer recursos desde otros productos hacia la producción de una mayor cantidad de  $X$ ; para una producción de  $X_0$ , sin embargo, el beneficio adicional es igual al costo adicional de contar con más del producto  $X$ .

Un mercado competitivo llevará naturalmente a la posición de equilibrio con  $P_0$  y  $X_0$ . Un precio mayor que  $P_0$  ( $P_1$ ) lleva a una situación de exceso de oferta: la cantidad ofrecida es mayor que la demandada a ese precio  $[(X_1^S - X_1^d)]$  es mayor que cero], creándose fuerzas para que el precio y la producción disminuya. Un precio menor que  $P_0$  ( $P_2$ ), provocará un exceso de demanda: ( $X_2^d$  es mayor que  $X_2^S$ ), con lo que se crean fuerzas para que el precio suba.

Si el gobierno fijara un precio máximo de  $P_2$ , habrían colas para obtener el producto  $X$ , y se crearía un mercado negro o paralelo para este producto. Los consumidores demandarían una cantidad igual a la producida  $X_2^S$  sólo si el consumo de  $X$  estuviera gravado con un impuesto igual a la discrepancia ( $P_4 - P_2$ ) por unidad consumida.

Si el gobierno fija un precio de  $P_1$ , deberá comprar el excedente producido ( $X_1^S - X_1^d$ ), o bien distribuir entre los productores cuotas de manera que no se produzcan excedentes; los consumidores comprarán la cantidad que producirían los oferentes,  $X_1^S$ , sólo si el precio es  $P_3$ ; de modo que esta pro-

ducción y consumo puede ser de equilibrio sólo si el gobierno concede un subsidio de  $(P_1 - P_3)$  a los productores (consumidores) por unidad producida (consumida).



1 - IMPUESTOS Y SUBSIDIOS AL PRODUCTO O A INSUMOS

Es claro que la situación con el impuesto y la situación con el subsidio no son situaciones eficientes. Para el caso del impuesto al consumo, el beneficio para la comunidad de destinar  $X_2 X_0$  CA recursos adicionales para obtener  $(X_0 - X_2)$  unidades adicionales de  $X$  es  $BCX_0 X_2$ , de modo que el beneficio adicional de hacerlo sería mayor que el costo adicional en  $ABC$  (superficie del triángulo  $ABC$ ) siendo esta la pérdida social del impuesto. (Gráfico I).

Para el caso del subsidio, el costo de obtener un beneficio adicional de  $CX_0 X_1 E$  por el hecho de producir  $(X_1 - X_0)$  unidades adicionales de  $X$ , es  $CRX_1 X_0$ , de modo que el costo de la producción adicional es mayor que el beneficio adicional de la producción en el área  $ERC$ , siendo esta la pérdida social de conceder el subsidio.

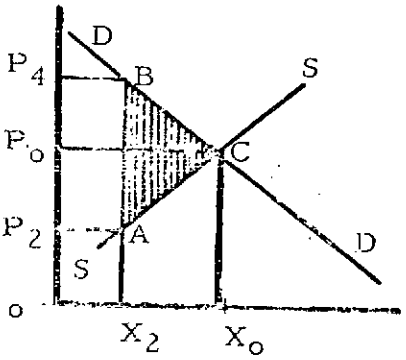


GRAFICO I

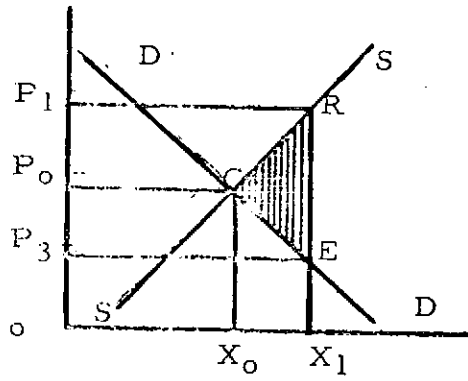


GRAFICO II

De lo anterior se desprenden dos cosas importantes para la evaluación de proyectos de inversión cuando existen discrepancias entre costos

y beneficios sociales: (a) si el producto que se obtiene del proyecto está gravado con un impuesto, el beneficio para la comunidad de contar con esa producción adicional (neta) se obtiene multiplicando la producción por el precio que incluye el impuesto ( $P_4$  del gráfico), pues este precio mide en efecto el beneficio para la comunidad de obtener la producción adicional de X que aporta el proyecto.

(b) si el proyecto requiere que se aumente la producción de los materiales que serán insumidos por el proyecto y estos están gravados por un impuesto del tipo  $(P_4 - P_2)$  indicado más arriba, el verdadero costo para la comunidad de proveer estos insumos adicionales es el precio que perciben en neto los productores de esos insumos (el precio de  $P_2$  en el gráfico), de modo que los insumos deben valorarse al precio excluido el impuesto. Debe reconocerse, sin embargo, que el costo social de los insumos es  $P_4$  si el proyecto distrae estos insumos en otras actividades que están pagando  $P_4$  por ellos; vale decir, si es que el proyecto no ha inducido una mayor producción de insumos.

Para el caso de los subsidios debe seguirse el mismo procedimiento, de manera que el precio del producto que producirá el proyecto sea el beneficio marginal para la economía, y los insumos sean el costo marginal real para la economía.

## 2 - OTRAS FUENTES DE DISTORSIONES DE PRECIOS

Otros factores que hacen que haya discrepancia entre el costo para el productor y el precio que debe pagar el consumidor, pueden provenir de monopolios, monopsonios, tarifas aduaneras y tipos de cambio subvaluados o sobrevaluados, fijación de precios, etc. Vale decir, hechos o actividades que llevan a situaciones donde el precio puede no reflejar el costo o el beneficio para la economía.

Debe destacarse muy enfáticamente que los problemas introducidos por las distorsiones no son fáciles de solucionar; cada situación requiere de un cuidadoso examen de parte de un economista. Por ejemplo, el trato que se dará a un impuesto de  $(P_4 - P_2)$  sobre la producción de X será distinto si solo se está gravando la industria de X que si se están gravando todas las industrias con un impuesto del mismo monto; será distinto si es que cambia o no la cantidad producida por las otras firmas que producen X. El subsidio recibirá un trato distinto dependiendo de si la firma que los provee tiene o no poder monopólico, etc., etc.

Con estas observaciones quiero destacar que los servicios de un economista: son valiosos para la correcta evaluación de los proyectos públi

cos. La correcta evaluación de un proyecto requiere de un equipo de trabajo entre los cuales debe incluirse un economista, aparte de ingenieros u otros especialistas. Es en nuestros países donde los mercados están más distorsionados, por esta razón se hacen más necesarios aún los servicios de economistas para colaborar en la evaluación de proyectos públicos.

Las economías y las deseconomías externas pueden también analizarse por medio de las curvas de oferta y demanda.

El caso de la fábrica de cemento, que vimos anteriormente, se muestra en el gráfico I, y el caso de drenaje de tierras con beneficios externos, se muestra en el gráfico II.

El costo verdadero de producir cemento está indicado en la curva  $SS'$ , mientras que el costo para la firma que no es dueña de las tierras contiguas a

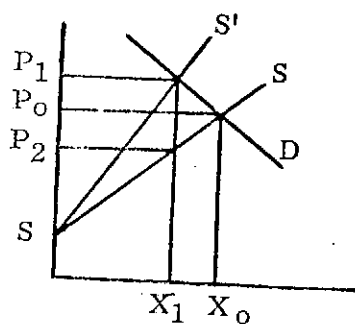


GRAFICO I

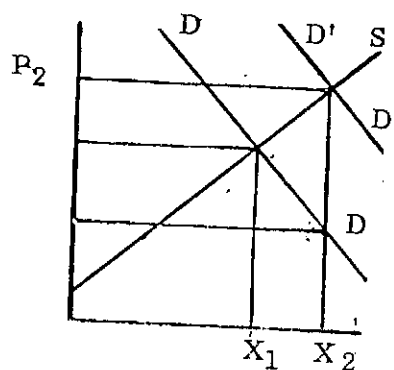


GRAFICO II

la fábrica, es  $SS$ . Las libres fuerzas del mercado llevan a producir  $X_0$ , mientras que para la comunidad como un todo conviene producir nada más que  $X_1$ . Para el caso de los drenajes de tierras, la demanda (beneficio privado) es  $DD$ , mientras que el beneficio social es  $D'D'$ . Las fuerzas libres del mercado llevarán a producir una cantidad de  $X_0$ , en tanto que el óptimo para la comunidad sería llevar la producción hasta  $X_2$ .

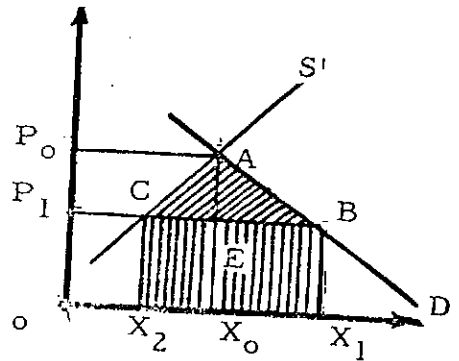
Como dijimos en clases pasadas, el gobierno puede, mediante la política fiscal, subsanar estas ineficiencias, gravando la producción de cemento con un impuesto igual a  $(P_1 - P_3)$ , con lo cual se llevaría la producción a  $X_1$  (que es el óptimo), y subsidiando la producción de drenajes en  $(P_2 - P_4)$  llevándola al óptimo  $X_2$ . El costo social pertinente de estos productos sería  $P_1$  para el cemento y  $P_2$  para el drenaje, en tanto que el beneficio social de estos productos sería, asimismo,  $P_1$  y  $P_2$  respectivamente. Por consiguiente, el tratamiento que aquí recibe el impuesto y el subsidio es diferente de aquel dado cuando los impuestos o subsidios no vienen a corregir, sino a distorsionar, la eficiencia del mercado competitivo.

### 3 - EL VALOR DE LA PRODUCCION Y LOS EFECTOS SECUNDARIOS

Supóngase que el proyecto es de una envergadura tal que pueda producir el producto  $X$  en una cantidad lo suficientemente grande como para poder reducir su precio en el mercado desde  $P_0$  hasta  $P_1$  (gráfico siguiente),

de modo que "sufren" las firmas que producen el mismo producto: ellas deben disminuir su producción hasta  $X_2$ , pues la producción del proyecto es  $(X_1 - X_2)$ . Cuál es el beneficio asociado con este proyecto.

Los recursos  $X_2 X_0 AC$  se destinan a otros usos alternativos, de modo que no hay ganancias ni pérdidas por este concepto. El excedente del productor disminuye en  $P_0 ACP_1$ , pero éste pasa a ser ahora ganancia en el excedente del consumidor, de modo que por este concepto no hay una pérdida o ganancias para la comunidad, sino sólo una transferencia ("redistribución") de excedentes entre consumidores y productores. El beneficio del proyecto es, por lo tanto, igual a los ingresos de la venta del producto,  $P_1 \cdot (X_1 - X_2)$ , más aumento en el excedente del consumidor que no se ve compensado por una reducción en el excedente del productor: el área del triángulo CBA.



Es importante destacar que esta solución tan sencilla al problema se ha obtenido haciendo una presunción básica muy rigurosa y posiblemente poco realista. Esta presunción (para el beneficio de los que conocen teoría económica) es que en la industria no hay economías o deseconomías externas a las firmas que vengán a afectar sus curvas de costos marginales cuando cambia la cantidad total producida por la industria. La solución se complica enormemente cuando es cierto que los precios de algunos insumos son distintos para una producción global de  $X_2$  en lugar de  $X_1$ ; puesto que si los precios de los insumos para una producción de  $X_1$  son mayores que los que prevalecerían para una producción de  $X_2$ , el sector privado de la industria producirá, al precio de  $P_1$ , una cantidad menor que  $X_2$ , pudiéndose llegar a presentar el caso extremo de que el sector privado no produzca nada al precio de  $P_1$ .

Con todo, el mensaje importante que deseo destacar en esta clase es que la reducción en el precio del producto desde  $P_0$  hasta  $P_1$ , debido al incremento de la producción por un proyecto del gobierno, y que provoca pérdidas para algunos productores del sector privado (y, posiblemente para algunos insumos) no es una pérdida para la comunidad, sino un mero transporte de excedentes desde productores a consumidores. Este concepto importante se mantiene en pie a pesar de no haber considerado el problema de economías y deseconomías externas a la firmas. La reducción en utilidades, y la reducción en el precio de algunos insumos, es una pérdida para las firmas e insumos en cuestión, pero no es una pérdida para la comunidad. La reducción en el precio del producto provoca una ganancia indicada en el triángulo ABC. más los ingresos que se obtienen por la venta del producto;

es esta solamente la cifra que debe compararse con los costos del proyecto.

Podría argumentarse que la baja en el precio del producto, azúcar por ejemplo, provocará beneficios a la comunidad debido a que ahora podrá producirse más fruta envasada, más caramelos, etc. Es evidente que esto constituye un beneficio para la comunidad; pero este beneficio está adecuadamente medido por el triángulo AEB del gráfico anterior, de modo que considerarlo nuevamente sería contabilizarlo dos veces como beneficio.

También se ha argumentado que debido a la construcción de este proyecto pueden instalarse en la región nuevos negocios -un proyecto de irrigación puede hacer habitable una zona y, por tanto, fomentar la formación de un pueblo con el desarrollo zonal que ello significa- de manera que habría que incluir esto como un beneficio del proyecto. En primer lugar, no es claro que esto sea un beneficio: las nuevas escuelas que hay que construir pueden dejar a otras sin alumnos; los almacenes y comercios en general que se instalen en la zona pueden dejar a otros con menos clientes, etc. Estimo que considerar estos sucesos como costos o beneficios de un proyecto público es llevar las cosas a un extremo peligroso, por estar "hilando demasiado fino". Es evidente que el proyecto tendrá un efecto sobre la economía de la región donde se construye, pero también es cierto que todo gasto tiene un efecto sobre la región donde se efectúa el gasto; pero el dinero que se invierte en esta región podría haber provocado los "mismos" efectos en cualquier otra región cuando invertidos en ellas, y si no se hubiera construido este proyecto el dinero hubiera estado en manos del público (al no habérselos sacado mediante impuestos) y hubiera tenido también efectos sobre alguna región de la economía. Con otras palabras, estos efectos secundarios constituyen, nuevamente, un problema de redistribución de ingresos y no representan un aumento de ingreso para la economía como un todo. Puede, por supuesto, considerarse como beneficio el hecho de redistribuir el ingreso nacional entre regiones; si ello es así, debería buscarse la manera más barata de hacerlo.

Resumiendo: No deben considerarse los efectos secundarios de un proyecto debido a que estos "mismos efectos" podrían obtenerse de actividades alternativas: estos beneficios no pueden considerarse o atribuirse al proyecto en cuestión. Con todo, como veremos más adelante, si puede demostrarse que los efectos secundarios de este proyecto serán excepcionalmente grandes, en el sentido que en la región afectada por el proyecto existen circunstancias tan especiales como para razonablemente suponer que los efectos sobre la economía en total serán mayores cuando la inversión se efectúa en esa región en lugar de otra, ellos deben considerarse en la evaluación de los beneficios del proyecto.



#### 4 - LOS EFECTOS SECUNDARIOS EN PRESENCIA DE IMPUESTOS Y SUBSIDIOS

Un proyecto determinado, el azúcar por ejemplo, puede provocar aumentos en la producción de bienes que, usando el producto del proyecto como insumo, están gravados con un impuesto (por ejemplo, los caramelos y la fruta envasada). En este caso, el beneficio para la comunidad de consumir más fruta envasada y más caramelos es mayor que el costo para la comunidad de producir esas cantidades adicionales en el monto del impuesto. Este mayor beneficio no está considerado en el área del triángulo ABE del gráfico anterior. Si la cantidad vendida de caramelos aumenta en 10 unidades y la discrepancia entre el precio del consumidor y el precio del productor es \$ 2, se ha producido un aumento de \$ 20 en la utilidad total de la economía (además del aumento incluido en el triángulo ABE).

Una manera de demostrar esto es determinar el efecto que se tiene sobre el monto recaudado en concepto de impuestos: siendo \$2 el impuesto por unidad, la recaudación aumentará en \$ 20 con motivo del proyecto, de modo que podrían rebajarse otros impuestos en \$ 20 sin afectar el presupuesto de entradas del gobierno. De aquí que aparece un beneficio social de \$ 20.

Por el contrario, si existen subsidios de \$ 2, de modo que la discrepancia es de (-\$ 2), el aumento en el consumo de caramelos significa una pérdida de \$ 20 para la comunidad (pérdida provocada, en primera instancia, por la reducción en el precio del azúcar).

Con esto, deberá incluirse como beneficios indirectos o secundarios del proyecto en cuestión, todos los cambios que se provocarán en las producciones de otros bienes como consecuencia de la construcción del proyecto, multiplicados por la correspondiente discrepancia entre beneficio y costo social. Vale decir:

$$\text{BENEFICIOS INDIRECTOS:} = \sum_{i=2}^n X_i t_i$$

donde  $t_i$  es el monto porcentual de la discrepancia para cada producto "i" y  $X_i$  es el valor de la producción del producto "i".

Es interesante relacionar esto con el problema de las discrepancias en los insumos que usa un proyecto. Habíamos dicho que debería tomarse el precio incluido el impuesto cuando el proyecto no exigía un aumento de la producción de insumos, pues ello significaba que el proyecto estaba dis-trayendo insumos de otros usos que pagaban el precio incluido el impuesto. La solución alternativa es considerar como costo del proyecto lo efectiva-

mente pagado por los insumos utilizados, y contar como beneficios del proyecto el aumento neto en recaudaciones provocado por el aumento neto en la producción de insumos.

Lo mismo, evidentemente, puede decirse de la situación cuando es el producto del proyecto el que está gravado con un impuesto. Si el proyecto viene en parte a sustituir una producción dada de un artículo, debería contabilizarse como beneficio directo del proyecto el valor de la producción al precio excluido el impuesto, y contabilizarse como beneficio indirecto el aumento neto en recaudaciones que se obtiene como consecuencia del aumento neto en la producción total del producto.

El error que se introduce al no proceder así puede verse con el siguiente ejemplo: supóngase que la producción de automóviles está gravada con un impuesto del 50%, de modo que siendo el precio al consumidor de \$300 el precio neto que percibe el productor es de \$200. Supóngase ahora que un proyecto de inversión del estado producirá un total de 100 autos al año con un costo de \$250 cada auto, y que como consecuencia de esto las demás firmas de la industria automotriz reducirán su producción en exactamente 100 autos al año, de modo que la cantidad total de autos producida al año permanece constante. Es conveniente el proyecto? Es evidente que NO, pues la economía está ahora produciendo 100 autos al costo de \$250 que podría haber producido al costo de \$200. Utilizando un precio "excluido" el impuesto (o sea de \$200) para valorar la producción se llega a la conclusión correcta de que no es conveniente emprender el proyecto; utilizado el precio incluido el impuesto (o sea \$300) se llega a la conclusión errónea de construir el proyecto. Reconsideremos, entonces, la evaluación de los beneficios directos e indirectos de un proyecto cuya producción está gravada con un impuesto.

## 5 - EL CASO DE LOS IMPUESTOS AL PRODUCTO: UNA RECONSIDERACION

Habíamos dicho que la evaluación de los beneficios de un proyecto debe usar el precio excluido el impuesto y considerar como beneficio indirecto el aumento neto de la recaudación obtenida del impuesto como consecuencia del aumento neto de la producción de X. Si bien es cierto que este procedimiento es una mejoría al procedimiento de utilizar el precio del producto incluido el impuesto para valorarlos beneficios, estimo que aun adolece de errores.

Supóngase que todos los bienes y servicios de consumo final estén gravados con un impuesto del 10%, de modo que siendo el costo de ellos de \$1, el precio al consumidor es de \$1,10. Suponiendo, además, pleno empleo de los recursos productivos, un costo de producción igual a \$1 en nuestro proyecto equivale a distraer \$1 recursos de otras producciones, de modo que el costo para la comunidad de distraer esos recursos (el producto alternati-

vo que se pierde) es \$1,10 aun cuando el precio que efectivamente estamos pagando por esos recursos es \$1. Si la producción nuestra no está gravada con un impuesto del 10% y el precio al consumidor es \$1, la comunidad está perdiendo \$0,10 por cada unidad de recursos que distrae de otras actividades; o sea, producimos algo que la comunidad valora en \$1 y dejamos de producir algo que la comunidad valora en \$1,10. Ahora, si la producción nuestra está gravada con un impuesto del 10%, de modo que el precio al consumidor es \$1,10, el traslado de recursos no significa ni una pérdida ni una ganancia para la comunidad: la comunidad pierde algo valorado en \$1,10 y gana algo valorado en \$1,10 al trasladar \$1 de recursos de una actividad a la otra. Pero, si nuestro producto está gravado con un impuesto del 20%, de modo que el precio al consumidor es \$1,20 para un costo de recursos de \$1, la comunidad gana al trasladar recursos de la otra actividad a ésta: al trasladar \$1 de recursos dejo de producir algo valorado en \$1,10 pero produzco algo valorado en \$1,20, con lo cual se ganan \$0,10 por cada unidad trasladada. Si se contabiliza como costo del proyecto el \$1 que cuesta la unidad de recursos y si se utiliza el precio incluido el impuesto para valorar los beneficios (\$1; \$1,10; \$1,20) se llegará a decisiones erróneas respecto de la rentabilidad social del proyecto: en todos los casos se llegará a la conclusión de que conviene hacer el proyecto, pues el beneficio (\$1; \$1,10; \$1,20) es por lo menos igual al costo de \$1.

La próxima clase encontraremos la solución a este dilema.

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA NOVENA CLASE

En la clase anterior nos referimos a los beneficios indirectos provocados por el hecho de que al producir una mayor cantidad de azúcar, por ejemplo, pueden venderse más caramelos y más fruta envasada. En tanto que el precio de estos productos refleje el costo para la comunidad (en tanto no hayan discrepancias debidas a impuestos o subsidios) el aumento de producción y consumo no deberá considerarse como un beneficio indirecto del proyecto. Lo mismo ocurre con los insumos. Por ejemplo en el caso de la fabricación de azúcar de remolacha en Chile, se decía que el aumento en la producción de azúcar producía un aumento en el consumo del carbón que era usado como insumo de esta industria, que este aumento del consumo favorecía a las minas de carbón, debiendo por lo tanto considerarse éste como beneficio indirecto de la fabricación de azúcar. Habrá un beneficio siempre y cuando hayan discrepancias entre el costo y beneficio social en la producción de carbón.

Para ilustrar mejor este concepto, analizamos el caso en que todos los bienes y servicios de consumo final estaban gravados con un impuesto del 10% en una economía con pleno empleo de los recursos productivos. Dijimos que un costo de producción igual a \$ 1 en nuestro proyecto equivalía a distraer \$ 1 recursos de otras producciones, de modo que el costo para la comunidad de distraer esos recursos (el producto alternativo que se pierde) es \$ 1,10 aún cuando el precio que efectivamente estamos pagando por esos recursos es \$ 1. Si la producción nuestra no está gravada con un impuesto del 10%, la comunidad perderá \$ 0,10 por cada unidad de recursos que traslada, puesto que producimos algo que la comunidad valora en \$ 1 y dejamos de producir algo que valora en \$ 1,10. Si la producción nuestra estaba gravada con el 10%, el traslado de recursos no significaba ni una pérdida ni una ganancia para la comunidad. Pero, si nuestra producción estaba gravada con un impuesto del 20%, había una ganancia para la comunidad de \$ 0,10 por cada unidad de recursos trasladada.

De este análisis podemos inferir que si se contabiliza como costo del producto el \$ 1 que cuesta la unidad de recursos, y se utiliza el precio incluido el impuesto para valorar los beneficios (que, según lo visto, puede ser de \$ 1, \$ 1,10 ó \$ 1,20 dependiendo de cual sea la tasa de impuesto con que esté gravado) se llega-

rá a decisiones erróneas respecto de la rentabilidad social del proyecto.

1<sup>o</sup> Solución: tomar como costo del proyecto \$ 1, 10 y contar como beneficios el precio incluido el impuesto, vale decir \$ 1, \$ 1, 10, \$ 1, 20 según el caso.

2<sup>o</sup> Solución: Tomar como costo del proyecto lo efectivamente pagado por los insumos (\$ 1) y contar como beneficios del proyecto el precio excluido el impuesto, sumándole a éste la diferencia que existe entre el impuesto en nuestra industria y el impuesto en otras industrias. De esta manera, los precios del producto pertinentes para el cálculo de beneficios serían \$ 0, 90, \$ 1 y \$ 1, 10 respectivamente.

Ambas soluciones indican que en el primer caso no debe emprenderse el proyecto, y que en las dos siguientes el beneficio es por lo menos igual al costo. En cambio, si se contabiliza \$ 1 como costo del proyecto y se utiliza el precio con impuesto incluido para valorar los beneficios, se llega a la conclusión errónea de que conviene en los tres casos hacer el proyecto.

Con el ejemplo de más arriba se ha querido demostrar que lo pertinente no es el monto del impuesto en sí, sino la diferencia entre el monto con que está gravada nuestra industria y el monto con que se gravan las industrias de las cuales extraemos los recursos para nuestra producción. No hay ganancia alguna si obtenemos la producción a costo de reducir la producción de industrias que están igualmente gravadas que la nuestra (en efecto, no hay ganancia alguna para la comunidad si obtenemos la producción a costa de una reducción en las cantidades producidas por las otras firmas dentro de la industria en que opera el proyecto, como en el ejemplo de los automóviles dado en la clase pasada). La solución, entonces, es determinar de donde vienen los recursos necesarios para el proyecto para conocer cuáles son las tasas de impuestos que se aplican en esas industrias donde debe disminuir la producción y poder determinar así el cambio en la recaudación total de impuestos.

SOLUCION GENERAL: "deberá considerarse el precio excluido el impuesto para la valoración de la producción, obteniéndose así el beneficio directo del proyecto; y se considerarán beneficios indirectos TODOS los cambios en recaudaciones que se producirían en la economía como consecuencia del proyecto, incluyendo los impuestos pagados por el proyecto".

Una fórmula de medición sería:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^p + \Delta X_1 t_1 P_1^p + \sum_2^n \Delta X_i t_i P_1^p$$

donde  $\bar{X}_1$  es la producción del proyecto que produce el bien "1";  $P_1^p$  es el precio percibido por el productor que percibe el bien "1";  $\Delta X_1$  es el cambio en la producción total del bien "1";  $\Delta X_i$  es el cambio en la producción del bien "i"; y  $t_i$  es la tasa del impuesto ( $t_i$  positivo) o del subsidio ( $t_i$  negativo) sobre la producción del bien "i".

Alternativamente, la fórmula puede escribirse como:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^p + \sum_{i=1}^n \Delta X_i t_i P_i^p$$

Con todo, sabemos que:

$$\Delta X_1 = \bar{X}_1 + \Delta X_1^*$$

donde  $\Delta X_1^*$  es el cambio inducido por el proyecto en la producción de las demás firmas en la industria que produce el bien "1" (los 100 autos en el ejemplo dado al final de la clase anterior). Con este cambio, la fórmula se reduce a:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^p (1 + t_1) + \sum_{i=2}^n \Delta X_i^* t_i P_i$$

o, alternativamente:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^c + \sum_{i=2}^n \Delta X_i^* t_i P_i$$

donde  $\Delta X_i^*$  se refiere a los cambios inducidos en las producciones de los bienes "i" (los  $\Delta X_i^*$  para  $i = 2, 3, 4, \dots, n$ , son iguales que los anteriores; el  $\Delta X_1^*$  se refiere solamente al cambio en la producción de los productores originales y no se refiere al cambio total en la disponibilidad del bien "1"); el precio  $P_1^c = P_1^p (1 + t_1)$  es el precio que incluye el impuesto, vale decir el precio que pagan los consumidores. De este modo la regla se reduciría a:

"Se usará el precio incluido el impuesto para determinar el beneficio directo; para el cálculo del beneficio indirecto deberá determinarse el cambio en recaudaciones que se producirá en la economía sin considerar los impuestos que rinde el proyecto, aunque considerando el cambio en recaudación de las otras firmas que producen  $X_1$ .

Alternativamente, puede llegarse a una regla que contemple el tratamiento discriminado que se le dá al proyecto respecto de otras actividades.

Habrá una tasa de impuesto  $T$ , que aplicada sobre todos los bienes de la economía rendirá la misma recaudación que se obtiene con el sistema de impuestos discriminatorios:

$$\sum t_1 X_1 = \sum T X_1' = R$$

donde  $X_1'$  (que es distinto de  $X_1$  debido a que si existiera este impuesto igual para todos los bienes puede cambiar la producción de algunos de ellos) es el valor de la producción del bien "i" cuando el impuesto es  $T$ . Con esto, si el  $t_1$  sobre nuestro producto es igual que el promedio (ponderado)  $T$ , no deberá hacerse ajuste alguno sobre el precio percibido por el productor en nuestra industria para llegar al beneficio directo del proyecto; si el  $t_1$  es mayor que el promedio  $T$ , deberá introducirse un ajuste tal que el "precio de sombra" para valorar los beneficios "directos" sea mayor que el precio percibido por el productor por el monto de la diferencia; y viceversa para el caso que  $t_1$  sea menor que el promedio  $T$ . Vale decir, el precio de sombra  $P_1^*$  debe ser:

$$P_1^* = P_1^P (1 + t_1 - T)$$

Con esto, los beneficios directos del proyecto son:

$$\text{BENEFICIOS DIRECTOS} = \bar{X}_1 P_1^* = \bar{X}_1 P_1^P (1+t_1-T) = \bar{X}_1 P_1^P (1+t_1) - \bar{X}_1 P_1^P T$$

Lo que se ha querido demostrar con esto es que si todos los bienes en la economía están gravados con una misma tasa promedio  $T$ , no habrá incentivos para movilizar (trasladar) insumos o recursos de una actividad a otra debido a que todos

tienen el mismo impuesto. Pero, si se presenta el caso en que nuestro producto "1" tiene un impuesto  $t_1$  mayor que el promedio  $T$ , quiere decir que se está discriminando contra este bien (ya que está gravado en más que el promedio) y, por lo tanto, no se estarán empleando en su producción la cantidad óptima de recursos sino una cantidad menor. Vale decir, habrá un beneficio neto para la comunidad si se sacan recursos de la producción de otro bien "2", que tiene un  $t_2$  menor que el promedio  $T$ , y se aplican a la producción del bien "1", puesto que este bien "2", al tener un impuesto menor que el promedio para la economía, está en cierta forma siendo subsidiado: se estarán empleando en la producción de "2" más recursos que el óptimo, con un costo social de producirlo mayor que el beneficio que obtiene la comunidad de consumirlo. De aquí que lo que interesa para nuestro proyecto es saber qué tratamiento recibe respecto de los demás bienes, obteniéndose con ello el precio de sombra  $P_1^*$  que es igual al precio al productor multiplicado por la diferencia entre el impuesto del bien y el impuesto promedio. Esto es una medida de los beneficios directos del proyecto, pues estamos utilizando el precio real para la economía, mediante el precio de sombra, en la valoración de la producción.

Debemos ahora considerar los beneficios indirectos del proyecto. Estos beneficios se refieren a todos los cambios inducidos por el proyecto en las producciones de todos los bienes de la economía, incluyéndose en estos los cambios inducidos en las de las firmas que también producen el bien "1". De modo que:

$$\text{BENEFICIOS INDIRECTOS} = \sum_1^n \Delta X_i^* P_i^P (t_i - T) = \sum_1^n \Delta X_i^* P_i^R t_i - T \sum_1^n \Delta X_i^* P_i^P$$

Sumando los beneficios directos e indirectos, obtenemos los beneficios totales del proyecto:

$$\text{BENEFICIO TOTAL} = \bar{X}_1 P_1^P (1 + t_1) - T \bar{X}_1 P_1^P - T \sum_1^n \Delta X_i^* P_i^P + \sum_1^n \Delta X_i^* P_i^R t_i$$

$$\text{B.T.} = \bar{X}_1 P_1 (1 + t_1) - T \sum_1^n \Delta X_i P_i + \sum_1^n \Delta X_i^* P_i t_i$$

Para una economía con pleno empleo (ingreso real constante), será cierto que el valor de la producción a precio de factores es constante. Por lo tanto:



$$\sum_1^n \Delta X_i P_i^P = 0$$

Con esto, la fórmula del beneficio total se reduce a la que habíamos obtenido antes, o sea:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^C + \sum_1^n \Delta X_i^* P_i t_i$$

o, alternativamente, la otra:

$$BT = \bar{X}_1 P_1^P + \sum_1^n \Delta X_i P_i t_i$$

Con esto se ha demostrado que usando cualquiera de los métodos, usar un  $T$  promedio o determinar el cambio total en recaudaciones, se obtiene el mismo resultado para el beneficio total del proyecto.

#### EL PRECIO DE SOMBRA DE LAS DIVISAS

Muchas veces se ha afirmado que un determinado proyecto es "muy bueno" porque va a permitir que se "ahorre" una determinada cantidad de divisas que eran usadas para importar el bien que ese proyecto ahora va a producir en el país. En la mayoría de los casos esta afirmación es errónea, puesto que si bien es cierto que el proyecto va a permitir que se fabrique en el país algo que se importaba, no por ese motivo va a haber un ahorro verdadero de divisas.

El procedimiento para llegar a determinar el precio de sombra de las divisas es similar al que usamos anteriormente para obtener el precio de sombra de un bien. Supongamos que nuestro proyecto va a producir un bien de exportación cuyo precio fuera del país (internacional) es de 1 dólar. Al exportar, este dólar entra al país y va a ser usado para importar otra cosa: la comunidad ha destinado recursos para importar algo que afuera vale 1 dólar. Cuál es el beneficio para la comunidad de este dólar? Si este dólar va a ser usado para importar un bien que está gravado con un impuesto aduanero del 100 %, el dólar destinado a la importación de ese bien genera un producto que la comunidad valora en 2 dólares! De manera que una industria que exportando un producto provee los dólares necesarios para importar ese bien gravado con el 100 % de impuestos está de hecho aportando un beneficio a la comunidad igual al doble del valor que registran sus libros. Si exporta U\$S 10 de su producción y el tipo de cambio es M\$N 215, sus beneficio privados serán de M\$N 2.150; sin embargo, cuando la comunidad destina esos M\$N 2.150 a la importación, obtendrá bienes valores en M\$N 4.300 y, por consiguiente, el beneficio social de esa producción es de M\$N 4.300. -

Alternativamente, puede tomarse como costo de la máquina el precio efectivamente pagado por ella,  $CP = P_d C (1 + t_1)$ , y contabilizar como beneficio el "ahorro de divisas" medido por:

$$\text{Ahorro Divisas} = C (t_1 - \bar{t})$$

Si  $t_1 < \bar{t}$ , se está en efecto subsidiando la importación de esta máquina, de modo que se produce un "desahorro" de divisas al destinar esos dólares a su importación; si  $t_1 > \bar{t}$ , se está gravando en exceso la importación de la máquina -se están percibiendo más derechos de aduana que los que se hubieran percibido al destinar esos dólares a la importación de otros bienes- de modo que se produce un verdadero ahorro de divisas indicado por la fórmula de más arriba. Este mismo procedimiento debe usarse para todos los insumos importados que utilice el proyecto.

b) Exportaciones: La exportación debe valorarse utilizando el precio de sombra para las divisas que genera esa exportación, de modo que si X es el valor en dólares de las exportaciones del proyecto, el valor social de las exportaciones es:

$$BS = X (1 + \bar{t}) \quad \text{expresado en dólares}$$

$$BS = P_d X (1 + \bar{t}) = P_d^* X \quad \text{expresado en pesos}$$

c) Sustitución de importaciones: La producción doméstica de bienes que actualmente se importan debe valorarse al precio internacional multiplicado por el precio de sombra para las divisas, al igual que el caso de la producción para exportación:

$$P^* = P_m (1 + \bar{t}) P_d = P_m P_d^*$$

donde  $P^*$  es el precio de sombra, en pesos, del producto del proyecto. Alternativamente, y suponiendo que la importación del producto que produce el proyecto está gravada con un impuesto de  $t_1$ , el precio doméstico de la producción será:

$$P = P_m (1 + t_1) P_d$$

Si se valora la producción al precio doméstico, deberá considerarse como beneficio del proyecto el "ahorro de divisas":

$$\text{Ahorro de divisas} = R (\bar{t} - t_1) P_d$$

De modo que, teóricamente, debemos determinar aquellos bienes que la comunidad importaría al contar con más divisas, ya sea porque el producto en cuestión libera o "ahorra" divisas, o porque el proyecto provee divisas al exportar su producción. El promedio de los gravámenes sobre todos aquellos bienes que se importarían con esos dólares determinará el precio de sombra de las divisas:

$$P_d^* = P_d (1 + \bar{t})$$

donde  $P_d^*$  es el precio de sombra de las divisas,  $P_d$  el precio de mercado de las divisas, y  $\bar{t}$  es la tasa promedio de gravámenes aduaneros sobre todos los productos que se importan. El valor de  $\bar{t}$  puede encontrarse dividiendo la recaudación total en derechos aduaneros por el valor total de las importaciones:

$$\bar{t} = \frac{R}{M}$$

donde  $R$  es la recaudación total, y  $M$  es el valor C.I.F. de las importaciones. Al usar esta definición de  $\bar{t}$  se está presumiendo que los dólares liberados o generados por el proyecto se destinarán a importar una canasta de bienes igual al promedio que el país importaba antes de la liberación. Esta es, evidentemente, una presunción que puede no estar de acuerdo con la realidad; pero a falta de información más concreta es una estimación razonable.

El valor de la producción del proyecto, y también el valor de los insumos del proyecto, debe incorporar el precio de sombra de las divisas (puede destacarse que si los productos importados están gravados con tasas muy altas, puede convenirle al gobierno subsidiar la exportación de bienes: por cada dólar que se exporta el gobierno no recibirá más por concepto de impuestos aduaneros).

a) Compra de insumos: Supóngase que el gravamen promedio sea  $\bar{t}$ . Cuál es el costo de una máquina importada para nuestro proyecto si su importación está gravada con un impuesto  $t_1$ ? Siendo el costo C.I.F. Buenos Aires en dólares de la máquina de  $C$ , la comunidad ha dejado de importar bienes que ella en promedio valora en  $C(1 + \bar{t})$ , de modo que el costo social de la máquina es:

$$CS = C(1 + \bar{t}) \text{ expresado en dólares}$$

$$CS = P_d C(1 + \bar{t}) = P_d^* C \text{ expresado en pesos}$$

donde R es el monto de las divisas liberado (igual al valor de la producción a precios internacionales  $P_m$ ). Si  $\bar{t} > t_1$ , el hecho de producir domésticamente provoca un aumento de las recaudaciones aduaneras -los bienes que ahora se pueden importar están gravados con un impuesto mayor que aquel del bien producido por el proyecto- con el consecuente ahorro positivo de divisas; si  $\bar{t} < t_1$ , el proyecto provoca un desahorro (ahorro negativo) de divisas al provocar una reducción en la recaudación aduanera.

d) "Sustitución" de importaciones de productos que ya no se importan: Esto se aplica a un gran número de industrias en la Argentina y en Chile -automóviles, bañaderas, refrigeradores, etc.- Cómo valorar la producción de un proyecto que produce estos bienes? Si los precios de estos bienes en el mercado internacional -cif Buenos Aires- es  $P_m$  y dentro del país cuestan P, para todos los efectos prácticos estos bienes están gravados con un impuesto de importación  $t_1^*$  :

$$P = P_m (1 + t_1^*) P_d$$

Con otras palabras, estos bienes están gravados con un derecho de  $t_1$  aunque esté de hecho prohibida su importación ( $t_1 = \infty$ ) o gravado con un impuesto  $t_1 > t_1^*$ . Pero, la producción adicional de estos bienes no liberará divisas -no se destinarán dólares a importar bienes gravados con  $\bar{t}$ - de modo que no se genera un ahorro de divisas cuando aumenta la producción nacional de ellos. Al mismo tiempo, si bien es cierto que el precio nacional es el que resultaría de gravar las importaciones con una tarifa de  $t_1^*$  la producción nacional puede no estar gravada con un impuesto de  $t_1^*$ , de modo que el costo social para la comunidad de producir este bien es igual al beneficio social para la comunidad de obtenerlo (P): no hay discrepancia alguna. Vale decir, la producción del proyecto debe valorarse al precio que efectivamente impera dentro del país (P); y los ajustes que pudieran introducirse se deberán a las diferencias entre tasas de impuestos que pudieran existir entre la producción de este bien respecto de otros bienes producidos en la economía.

La situación es distinta cuando existen cuotas de importación sobre el producto del proyecto, y en donde el déficit de importación se ve cubierto por producción nacional. Supóngase que la importación de X, que está gravada con un impuesto de  $t_1$ , está sujeta a cuotas de importación tales que el precio de X dentro del país es:

$$P = P_m (1+t_1^*) P_d > P_m (1+t_1) P_d$$

Con esto, las personas que reciben el derecho de importación están recibiendo un regalo de  $P_m P_d (t_1^* - t_1)$  por cada unidad que importan. Cuál es el beneficio para la comunidad de producir domésticamente por parte de la cuota de importación? Los dólares que se dedicaban a la importación de X se destinan a la importación de otros

bienes que están gravados con un impuesto de  $\bar{t}$ , de modo que si la producción nacional se valora al precio de  $\underline{P}$ , el proyecto genera un ahorro de divisas medido por:

$$\text{Ahorro de divisas} = R (\bar{t} - t_1^*)$$

donde  $R$  es el monto de divisas liberado.

e) Insumo de productos cuya producción ha sido completamente sustituida: Si el proyecto utiliza una máquina producida domésticamente al costo de  $P$  y que podría haber importado el precio internacional de  $P_m$ , de manera que  $P = P_m (1+t_1^*) P_d$  debido a que la importación de la máquina está prohibida, el costo social de la máquina para el proyecto es  $\underline{P}$ : el costo real de los recursos destinados a la producción de la máquina es  $\underline{P}$ , sin que por ello se liberen divisas para la importación de otros bienes. Si el gobierno importa esa máquina libre de impuestos -por ser él el gobierno- se están "desliberando" divisas en un monto igual al costo de la máquina, de manera que el costo social de la máquina para este proyecto es:

$$P^* = P_m (1+\bar{t}) P_d = P_m P_d^*$$

f) Efectos secundarios: si el aumento de la producción de caramelos y fruta envasada que genera la producción de azúcar se destina a la exportación (o se destinan a sustituir importaciones) proveyendo (liberando) divisas, deberá incluirse al ahorro de divisas respectivo en el cálculo de los beneficios del proyecto. Con esto, la fórmula para los beneficios indirectos del proyecto sería:

$$BI = \sum_1^n \Delta X_i P_i t_i + \sum_1^n \Delta \hat{X}_i P_i^m (\bar{t} - \hat{t}_i) P_d$$

El primer miembro de la expresión es el mismo que se encontró antes para medir los beneficios indirectos o secundarios del proyecto, donde  $t_i$  es el impuesto al consumo (producción) del bien "i". El segundo miembro se refiere al beneficio generado por el ahorro de divisas:  $\Delta \hat{X}_i$  es el cambio de la producción del bien "i" que ya sea provee o libera divisas;  $P_i^m$  es el precio internacional (cif) del bien "i";  $\bar{t}$  es la tarifa promedio;  $\hat{t}_i$  es la tarifa de importación sobre el bien "i", y  $P_d$  es el precio de las divisas.

## CURSO SOBRE EVALUACION DE PROYECTOS DE INVERSION

Prof. Ing. Ernesto R. Fontaine

### VERSION DE LA DECIMA CLASE

#### El costo social de la mano de obra

El costo social de la mano de obra puede diferir del costo privado que la empresa (proyecto) debe pagar por obtenerla. Estas situaciones se presentan debido a que el mercado de trabajadores puede no estar en equilibrio.

El precio del trabajo, al igual que todos los demás precios, queda determinado por las fuerzas naturales de la oferta y la demanda. Estos precios, sin embargo, son bastante rígidos en el sentido que no fluctúan mucho: existen inflexibilidades e inmovilidades en el mercado de trabajo. Frente a una reducción en la demanda por trabajo en una determinada zona, se producirá un desempleo de mano de obra zonal antes que una reducción en el salario y una migración hacia otras zonas. Eventualmente se produciría la migración y/o baja en el salario real de la zona; pero este puede ser un proceso muy lento. Además, debe tenerse en cuenta que mucha de la inflexibilidad de los salarios se debe a la fijación de salarios mínimos por parte del gobierno y a la existencia de los contratos colectivos de trabajo. Por estos motivos, y otros que veremos más adelante, el costo privado por contratar un obrero puede diferir sustancialmente del costo para la comunidad. Veamos primeramente algunos conceptos de la teoría de la productividad.

Supongamos que un obrero no calificado (V. gr. un barrendero) que deseamos contratar cuesta \$100 al mes. Si este obrero aporta una producción valorada en \$150, o sea si el valor producto marginal del obrero es \$150, con vendrá contratarlo. El valor producto marginal es el valor de la producción adicional que produce un individuo adicional contratado, y la teoría de la firma se basa en que existe una función decreciente del valor producto marginal: el aporte a la producción que realiza cada individuo adicional es cada vez menor (siempre a partir de un cierto punto, dependiendo de la actividad de que se trate). Por ejemplo en el caso de la tierra, si colocamos a trabajar un obrero en una hectárea de tierra obtendremos una cierta producción; al ir aumentando el número de obreros en esa hectárea, el valor del producto que aporta ca da obrero adicional crecerá hasta un punto a partir del cual comienza a de crecer, pudiendo llegarse a una situación en que el valor del producto margi-

nal sea negativo (se estorbarían entre ellos y arruinarían lo que ya está sembrado). Basándose en esto, la firma tiene incentivo para contratar obreros hasta el punto en que el salario pagado sea igual al valor producto marginal aportado por el obrero marginal, momento en el cual la firma estará en equilibrio. Cuando se produce una disminución del precio del producto, el valor del producto marginal del trabajo será menor por tener el producto un valor (precio) menor; para un mismo nivel de salarios, la firma querrá despedir obreros hasta que nuevamente el salario iguale el valor producto marginal del obrero marginal. Por consiguiente, la teoría económica indica que si un obrero no calificado está percibiendo un salario de \$100 en una actividad, ese obrero está aportando por lo menos \$100 a la producción nacional, ya que en caso contrario no sería contratado (salvo en algunas empresas estatales.) Con esto, el costo alternativo o costo social para la comunidad de utilizar en el proyecto a este obrero que en la ocupación alternativa gana \$100, es \$100. Vale decir, el costo social del trabajo será igual al costo privado cuando en la economía haya "pleno empleo", en el sentido de que al contratar una persona deba sacársela de otra actividad, reduciendo así la fuerza de trabajo disponible en otros sectores.

Cuándo va a existir una discrepancia entre el costo social y el costo privado de la mano de obra? (En este análisis vamos a dejar de lado las situaciones en que se presente competencia monopolística o monopsonística)

La mayoría de las discrepancias entre el costo social y el costo privado, como dijimos anteriormente, se deben a inflexibilidades en los salarios y a la poca movilidad de la mano de obra. Hay muchas personas que pese a estar desempleadas, prefieren no trabajar antes que hacerlo por un salario que ellos creen es más bajo que el que merecen, mientras que habrá otras que sabiendo que en una zona no hay posibilidades de trabajo, se niegan a emigrar a otras zonas donde hay demanda de trabajo.

Para poder determinar el costo social de la mano de obra es necesario definir el pleno empleo y distinguir entre los distintos tipos de desempleo.

## 1 - DESEMPLEO NORMAL O FRICCIONAL

En toda economía existe algún desempleo, definido como una situación en que hay personas que queriendo trabajar, no lo están haciendo. El desempleo normal o friccional es aquel que proviene del hecho de que toda actividad tiene un normal "turn-over" en su fuerza de trabajo, de modo que siempre habrán personas buscando trabajo. Se echan o se van empleados y obreros (quién no conoce el problema con las empleadas domésticas)

que en el momento en que se realiza una encuesta sobre desocupación dicen que están sin trabajo. Además, hay que tener en cuenta que a cada momento se incorporan nuevos obreros y empleados a la fuerza de trabajo por haber terminados sus estudios o haber cumplido la mayoría de edad, y que están decidiéndose por un empleo u otro. Otro tanto ocurre con la gente del campo que emigra a las ciudades y que se demora algún tiempo en encontrar trabajo. Por lo tanto, en un momento dado siempre habrá gente buscando trabajo como consecuencia de lo enumerado. Este es un desempleo perfectamente normal y de ninguna manera puede reducirse mediante una política de salario u otras.

Las cifras para este desempleo parecen ser distintas entre países y zonas para un mismo país. En U.S.A. parece estar cerca de un 4% de la fuerza laboral y en Chile más cerca de un 6%; pero en Europa parece que solamente alcanza al 2% de la fuerza de trabajo. Es importante destacar que el desempleo friccional es distinto para distintas calidades de trabajadores, disminuyendo a medida que aumenta su educación (seguramente que para los médicos es muy cercano a cero).

## 2 - DESEMPLEO KEYNESIANO O CICLICO

Este es el desempleo masivo que se produce con las contracciones de la actividad económica de un país, tal como se produjo en 1930 en casi todo el mundo, y el que se produjo en 1962 en la Argentina. Puede decirse que existe desempleo keynesiano cuando la tasa de desempleo es superior a la "normal". Nuevamente, el desempleo keynesiano castiga en forma diferenciada a las distintas actividades o calidades de trabajadores.

## 3 - DESEMPLEO ESTACIONAL

Este es el desempleo que se produce en algunas actividades inherentemente estacionales, tales como en la agricultura. Esta es una de las cosas que se incluye en la definición de "desempleo disfrazado". Las actividades estacionales pueden dar lugar a épocas en el año durante las cuales los trabajadores en efecto no trabajan, o trabajan en actividades con "baja" productividad: pintar sus casas, limpiar acequias, ir de casa en casa buscando algún "trabajito", lustrar zapatos, acarrear valijas y "cuidar" los automóviles.

## 4 - DESEMPLEO KRUSCHEVSIANO

Se dice que Nikita Krushev en una oportunidad insistió que el nivel de desempleo en los EE. UU. era mucho más alto que aquel que indicaban las estadísticas. Ello era así debido a que en promedio se trabajaban



menos de 40 horas a la semana y, evidentemente, deberían trabajarse no menos de 44 ó 48 horas semanales. La consideración de este tipo de desempleo tiene gran pertinencia para la medición del costo social de la mano de obra.

## 5 - DESEMPLEO ESTRUCTURAL (REGIONAL)

Este es un desempleo que se produce como consecuencia de la estructura de la economía:

- a) por un exceso natural en la cantidad de mano de obra disponible, tales como en regiones de la China, India y en muchas otras regiones del mundo.
- b) también se ha entendido como desempleo estructural el desempleo que se produce por la obsolescencia de entrenamiento especializado -los mineros del carbón en algunos países- y por los nuevos requerimientos de entrenamiento especializado en las industrias (países modernos). (Se ha llegado al punto que saber leer y escribir es un requisito fundamental para casi cualquier empleo).
- c) también cae dentro de la definición de desempleo estructural los desempleos regionales que se producen como consecuencia de la falta de movilidad de la mano de obra y como consecuencia de situaciones anormales en la región: el caso de la Provincia de Tucumán durante este año, el efecto de granizo o sequía en una región agrícola, la baja temporal en el precio de un producto importante en la economía de la región (como sería el caso del cobre en algunas zonas mineras de Chile), etc.

## 6 - DIFERENCIALES DE SALARIOS

Existen diferencias entre los salarios percibidos por obreros y empleados comparables en distintas regiones: los salarios en la agricultura son generalmente menores que los salarios fabriles en la ciudad; los salarios que perciben los obreros en la industria del cobre en Chile son mucho mayores que los percibidos por cualquier otro obrero en Chile, etc.

Antes de entrar a analizar los ajustes al costo privado necesarios para tomar en cuenta las discrepancias introducidas por todos estos factores enumerados anteriormente, veremos algo de teoría económica.

## TEORIA ECONOMICA BASICA

Nuevamente, todo el análisis se basa en el principio del costo alternativo. Cuál es la cantidad de producto que la comunidad sacrifica al emplear obreros en un determinado proyecto? La teoría económica afirma que, en ausencia de imperfecciones del mercado, las empresas contratarán obreros y empleados sólo si el costo de emplearlos (salarios) es menor o igual que el valor de la producción adicional que aportarán esos trabajadores, y

que tendrán incentivo para contratar unidades adicionales hasta tanto el valor de la producción adicional sea mayor que el salario. De modo que si las empresas están en equilibrio, el salario debe ser igual al valor de la producción adicional que aportan los obreros a la firma.

Si hay pleno empleo y el proyecto paga \$100 por los servicios de un trabajador, siendo también \$100 lo que podría ganar ese trabajador en un empleo alternativo, el hecho de emplearlo significa que la comunidad ha dejado de percibir un beneficio de \$100 (el valor de lo que podría haber producido en el empleo alternativo). En este caso, el costo social de emplearlo es igual al costo privado de emplearlo: \$100. Con otras palabras, el salario es un fiel reflejo del costo social de la mano de obra.

Teniendo en cuenta este principio básico, pasaremos a ver los ajustes que son necesarios efectuar al salario para que éste refleje el costo social de la mano de obra, analizándolos para cada uno de los casos de desempleo enumerados anteriormente.

1 - Desempleo friccional o normal: Supóngase que el desempleo friccional sea de un 5% de la fuerza de trabajo, de modo que en todo momento hay un 5% de la fuerza de trabajo "cambiándose" de empleo, y, por lo tanto, "activamente" buscando trabajo. Si es cierto que el turnover de obreros y empleados de nuestro proyecto será cero -vale decir, jamás se va a ir ningún empleado u obrero para buscar trabajo en otro lugar- la existencia de este proyecto puede disminuir el desempleo friccional de la economía.

Supongámonos que el costo privado de la mano de obra siga siendo de \$100 por obrero; sin embargo, los obreros que se contratan para el proyecto habrán producido (en promedio) tan solo \$95 en el resto de la economía, pues un 5% de ellos habría estado, en promedio, desocupados, de modo que el costo social de emplearlos es sólo \$95. Con esto, corresponde un ajuste del 5% del monto pagado en salarios. Debe destacarse que este 5% no debe imputarse a la totalidad de los sueldos y salarios pagados. El motivo es que las estadísticas de desempleo muestran que existen diferentes porcentajes de desempleo friccional para las diferentes categorías de obreros y empleados; deberían aplicarse los porcentajes correspondientes a cada categoría empleada en el proyecto.

Ahora bien, el proyecto puede tener en la realidad un "turnover" igual o mayor que el resto de la economía (o que el sector o industrias de donde distrae la mano de obra para el proyecto), de manera que puede ya sea no justificarse un ajuste o acaso justificarse un ajuste que haga el costo social mayor que el costo privado.

Personalmente estimo que es muy difícil determinar cual va a ser el turnover "normal" en el proyecto y, por lo tanto, el mejor criterio es suponer que éste será igual que el de los sectores de donde se extrae la mano de obra. Con esto, la recomendación que surge es la de no considerar ajuste alguno por la posible diferencia en desempleo friccional. Es por lo demás muy posible que el mayor o menor turnover se manifieste en los salarios mismos que puede o deba pagar el proyecto. Si el turnover es excesivo, deberá seguramente pagar salarios mayores; si el empleo tiene el carácter de vitalicio, podrá seguramente pagar sueldos menores. Éste aspecto del problema, sin embargo, está más relacionado con el desempleo estacional o estructural.

- 2 - Desempleo Keynesiano: este es un punto donde no hay mucho acuerdo entre los economistas -todo el tema de salarios de sombra se ha prestado para suscitar controversias. Es evidente que el problema del desempleo keynesiano o cíclico es temporario -es una cosa del momento- y que será eventualmente resuelto con una política monetaria y/o fiscal adecuada: cambios en la cantidad de dinero en circulación y/o cambios en el monto de los impuestos cobrados. Nuestro análisis arroja luz sobre la posible política fiscal relacionada con el gasto público: deben verse afectados, y en qué medida, los cálculos de costos y beneficios de los proyectos de inversión pública?

Nuevamente es importante destacar que el nivel de desempleo será distinto para distintos grupos de trabajadores, de modo que el posible ajuste debe hacerse tomando este factor en consideración.

Supongamos, entonces, que el nivel de desempleo es, en el momento de hacer la evaluación, mayor que el normal o friccional debido a una reducción en el nivel de actividad económica del país. Supóngase que el nivel es de 10% para obreros no calificados (obrerros sin entrenamiento previo alguno) en la economía como un todo. En primer lugar, es evidente que interesará conocer el nivel de desempleo en la región donde se construirá el proyecto, y no el nivel en la economía como un todo. Supóngase, entonces, que en la zona hay un 10% de desempleados sobre una fuerza de trabajo de 10.000 obreros; vale decir, 1.000 obreros desocupados. Supóngase que el proyecto ocupará solamente a 10 obreros y que se debe pagar \$100 al mes por cada uno. Alternativamente, supongamos que se van a contratar 700 obreros, también a un salario mensual de \$100 cada uno. Cuál será el costo social de la mano de obra para cada uno de los casos. Primeramente interesa conocer el desempleo que normalmente tiene esa zona (este puede incluir un desempleo tipo estructural que analizaremos posteriormente). En segundo lugar, interesa conocer cuales serían los niveles de desempleo que habrían en la zona si no

se construye este proyecto, o sea, cuánto se demoraría la política monetaria y/o fiscal en reducir el desempleo desde el 10% del nivel normal en la región pertinente. Con esta información puede obtenerse una estimación del costo social de la mano de obra.

Supongamos que el nivel normal friccional de la zona es del 4%, que no existe desempleo estructural, y que la mano de obra de la zona tiene primera prioridad para emplearse en el proyecto. Si la fuerza de trabajo del proyecto es de 10 obreros no calificados, el costo social de la mano de obra (el producto alternativo) es cero durante el tiempo que se demoraría la política monetaria y fiscal en reducir el desempleo hasta el nivel normal; desde ese momento en adelante, el costo social es igual al salario. Con esto, los costos sociales que se deben incluir en los beneficios netos que se descontarán a la tasa de descuento pertinente, deben incluir un costo social igual a cero, para esta mano de obra no calificada, durante el tiempo que se demoraría en tener efecto la política gubernamental. Este período, estimo, no puede ser superior a dos años como máximo.

Si la fuerza laboral necesaria para el proyecto fuera de 700 obreros, la solución es más problemática. De estos 700 que se deben contratar, 600 habrían estado desempleados durante el tiempo que dura la recesión, y 100 serán parte de los 400 obreros que "normalmente" (friccionalmente) estarán desocupados en la región. El tratamiento que se debe dar a los 600 es similar al que se dió a los 10 obreros en el ejemplo anterior; pero el que hay que darle a los 100 restantes es distinto. Si el número de desempleados friccionalmente en la región continuara siendo 400 en total, la región (proyecto) deberá atraer obreros de otras regiones; en tanto haya desocupación keynesiana en esas zonas, el costo social de esos 100 obreros es cero. Si no hay movilidad entre las regiones, deberá emplear obreros que provienen de la zona: atraerá a estos de empleos alternativos, con lo que el costo social de los 100 obreros es de \$100 al mes por cada uno.

El efecto multiplicador: al haber desempleo generalizado en la economía, el hecho de gastar dinero genera una cadena de gastos en la economía con el consecuente aumento en el nivel de empleo, hasta el punto en que se llegue nuevamente a un pleno empleo de la mano de obra y otros recursos productivos que estaban ociosos durante la recesión (máquinas, edificios, etc.) Vale decir, el hecho de gastar \$1 puede generar ingresos mayores que \$1 en la comunidad como un todo. Estimo que el efecto multiplicador es importante para determinar el nivel del gasto público total, pero no para discriminar entre los proyectos que deben emprenderse en períodos de recesión económica. Vale decir, el efecto multiplicador es

función del nivel de gasto público total antes que del proyecto que se emprenda. Se emprenderán los proyectos intensivos en mano de obra (respecto de su construcción) debido a que el costo de esa mano de obra es cercano a cero; se emprenderán un número dado de proyectos (un volumen dado de gastos públicos) por los efectos multiplicadores implícitos en el volumen de gastos fiscales. Con todo, es claro que deberá discriminarse en contra de los proyectos que tienen un componente de productos importados en su costo.

4 - Desempleo estacional y Kruscheviano: vamos a comenzar con el kruscheviano debido a que un análisis de este punto aclarará algo los problemas introducidos por los empleos de carácter estacional. Creo que todos estamos de acuerdo en que la afirmación de Krushev es total y absolutamente ridícula, ya que la gente trabaja generalmente el número de horas que quiere trabajar al salario que existe. Vale decir, la gente valorará las horas de descanso en una cantidad de dinero comparable a la que podría obtener trabajando esas horas. Visto desde otro punto de vista, el sueldo se usa para comprar bienes y servicios de consumo final, para ahorrar, y para compraa descanso. El precio (costo alternativo) del descanso es igual al salario que puede obtenerse dedicando esas horas a trabajar. En nuestro medio hay suficiente variedad de ocupaciones como para que la gente pueda elegir aquella cuya distribución de horas de trabajo le satisfaga. Entre estas ocupaciones estarán aquellas de carácter estacional, y entre ellas la más importante es la ocupación en la agricultura, donde sencillamente no hay trabajo en algunas épocas del año por efecto de las lluvias, nieve, etc., o, habiendo trabajo, no lo hay para todos los obreros agrícolas.

La analogía con el desempleo kruscheviano es pertinente: en tanto haya movilidad de la mano de obra, el salario de estas ocupaciones reflejará el hecho de que en ellas se pueda descansar más tiempo que en otras, de manera que la diferencia en el ingreso anual de las ocupaciones reflejará el precio que se está dispuesto a pagar por ese mayor descanso. Si el ingreso anual del trabajador en la ocupación estacional es \$80, mientras que es \$100 en la ocupación permanente, los \$20 vienen a reflejar el valor que el trabajador ocasional da a los días de descanso que tiene: de lo contrario, tomaría un trabajo permanente. Sin embargo, puede no existir esta movilidad de la mano de obra, y el obrero estacional lo es porque no tiene otra alternativa.

a) Distracción de un obrero estacional a permanente: Si el proyecto emplea en un trabajo permanente a obreros que tenían empleos estacionales en ausencia de inmovilidad el costo social de la mano de obra es igual al salario que debe pagar para atraerlo al empleo-permanente (\$100)

aun cuando el ingreso del obrero en el empleo estacional es \$80, pues los \$20 vienen a representar el valor del descanso sacrificado por este obrero. Sin embargo, la inmovilidad de factores puede hacer que el obrero estacional esté dispuesto a trasladarse a un empleo permanente por sólo \$90, aunque el proyecto deba pagar \$100 (igual que a los otros obreros de igual calidad) para distraerlo del empleo estacional a uno permanente. En este caso el costo social de la mano de obra que se distrae de trabajos estacionales es de \$90, aunque el ingreso monetario del obrero estacional sea solo \$80 (el obrero valora solo \$10 el mayor descanso obtenido en el empleo estacional). Con esto deseo destacar que el problema no es de fácil solución, y que por ello se requiere de un estudio bastante detallado del funcionamiento del mercado de trabajo en las regiones donde operará el proyecto. En general tenemos el límite superior de \$100 y el límite inferior de \$80 para el costo social de la mano de obra que, siendo estacional, pasa a ser permanente. Puede sugerirse usar el promedio de estos dos valores cuando no existen evidencias claras en favor de una o de otra situación de movilidad en la región; esto inducirá a un menor error probable que usar cualquiera de los extremos.

b) Empleo durante la época floja: el proyecto puede requerir usar mano de obra estacional justamente durante el período en que ella hubiera estado ociosa, de modo que en efecto ello no constituye distraer mano de obra de otras actividades. Suponiendo, nuevamente, un correcto funcionamiento del mercado de trabajo, el proyecto podría contratar a esos obreros pagándoles una cantidad igual al valor que ellos le atribuyen al descanso que obtienen de la ocupación estacional; vale decir, \$20 en el ejemplo con movilidad, y \$10 en el ejemplo de inmovilidad. Sin embargo, el proyecto puede estar obligado a pagar \$30 debido a que ése es el salario que paga a obreros comparables por el mismo período de tiempo, o porque \$30 es el salario mínimo en la economía. (Habla~~re~~mos más adelante del problema introducido por el salario mínimo). Con esto, el costo social de la mano de obra es igual al valor del descanso sacrificado por los obreros estacionales: a pesar que la producción sacrificada es igual a cero, el costo social de la mano de obra no lo es. Nuevamente, la imputación de un precio de sombra por la mano de obra requiere de un estudio del mercado de trabajo en la región.

Existe la posibilidad de que se produzca algún efecto multiplicador como consecuencia del mayor ingreso monetario en la zona: los obreros reciben ahora un salario (ingreso) monetario antes que un ingreso involucrado en el descanso. Este mayor ingreso monetario puede generar un aumento de la demanda efectiva en la zona con el consecuente empleo de otros obreros estacionales durante la época que estarían desocupados.

Más adelante nos referiremos específicamente al efecto multiplicador (Véase clase N° 11).

(NOTA: Existe un conjunto de problemas por solucionar en esta área. Por ejemplo, es evidente que si los ingresos en la región estacional son de \$80 en tanto que los ingresos en la zona permanente son de \$100 por año y hay movilidad de la mano de obra, una ley de salarios mínimos que exija pagar \$50 a los obreros estacionales contratados durante la época floja hará que el ingreso anual de los obreros contratados por los proyectos sea de \$130 por año, mayor que el ingreso percibido por los obreros en el sector permanente. Este mayor ingreso generará una inmigración de obreros a la región estacional, inmigración que continuará hasta el momento en que el ingreso durante la época activa baje hasta llegar a una cifra "comparable" al ingreso percibido en ocupaciones permanentes. ¿He aquí un beneficio o un costo social?)

- Desempleo estructural (regional): Este es posiblemente un aspecto del desempleo de los más controversiales o discutidos, en el sentido de que parece no haber acuerdo entre los economistas siquiera respecto a qué es desempleo estructural. En la definición que vimos al comienzo de esta clase, se incluyeron descripciones de las distintas situaciones que pueden presentarse bajo el desempleo estructural. Analizemos cada uno de estos puntos.

a) Exceso "natural" de mano de obra en algunas regiones: En las ciudades hay empleos donde el ingreso es sustancialmente menor que el que podría obtenerse trabajando en ocupaciones asalariadas, tales como: lustrar zapatos, cuidar autos, trabajos ocasionales, etc. Si ello es así, el costo social de la mano de obra no-calificada es en efecto igual a (casi) cero. Un caso concreto de este tipo de desempleo es el que se ve en la India, donde una ocupación, que tiene la jerarquía de casta, es la de recoger bostas de vacas sagradas en las calles para venderlas como combustible. Estos son casos extremos que no se presentan en la Argentina como un todo; pero, sin embargo, pueden haber regiones en Argentina donde existe este problema. Se ha planteado también la tesis de que en algunas regiones agrícolas el producto marginal de la mano de obra es cero: que la adición o sustracción de obreros a la fuerza de trabajo no afecta el producto total obtenido en la agricultura. Esta conclusión se basa en que sencillamente no hay oportunidades o posibilidades de trabajar por un sueldo en la región y, por lo tanto, las familias "emplean" los servicios de familiares y/o "allegados" en sus fincas hasta tanto sea cierto que la adición de un trabajador más no disminuya el producto total de la finca. El costo de darle empleo es cero, puesto que el dueño de la finca de todas maneras debe alimentar al "allegado" y, por lo tanto, le dará trabajo en la finca siempre que ello no signifique "desproducción".

## VERSION DE LA UNDECIMA CLASE

Habíamos visto que la primera interpretación que podía hacerse del Desempleo Estructural es aquella en que existe un exceso "natural" de mano de obra en alguna región de un país, situación que crea el llamado "desempleo disfrazado": ocupaciones con ingresos sustancialmente inferiores al salario que se puede obtener en ocupaciones asalariadas. Dijimos que estas situaciones se provocan por una falta de migración entre zonas, y que la situación puede verse empeorada por la existencia de salarios mínimos demasiado altos. Un camino para encontrar el salario de sombra pertinente es determinar el nivel de ingresos obtenidos en las ocupaciones "marginales" y considerar a éste como un límite inferior para el costo social de la mano de obra empleada en el proyecto -es el límite inferior si es cierto que esos trabajadores prefieren trabajar por cuenta propia (a las órdenes de nadie), que valoran en algo el posible mayor descanso que se puede tener en esas ocupaciones, y si es cierto que no tienen gran preferencia por una situación en que tienen la certeza de percibir un salario anual menor que el ingreso variable que obtiene en las ocupaciones marginales.

El efecto multiplicador de este mayor ingreso monetario anual puede llegar a ser un ítem importante en los beneficios indirectos del proyecto puesto que si bien descartamos el efecto multiplicador en la sección referida al desempleo Keynesiano (por ser éste un beneficio del gasto público en general), el efecto multiplicador puede ser distinto en regiones con desempleo estructural: si el gasto adicional se hace en Buenos Aires en lugar de en San Luis o en Catamarca (ambas provincias son exportadoras de mano de obra) el efecto multiplicador del gasto será posiblemente distinto. Los gastos en regiones con desempleo estructural pueden venir a aumentar el nivel de empleo (la demanda efectiva) "real" en esas regiones, trasladando mano de obra desde las "ocupaciones marginales" a ocupaciones asalariadas, provocando con ello que el proyecto genere beneficios de carácter secundario. El monto de este beneficio es igual a la diferencia en los ingresos que obtendrían los "desempleos disfrazados" y el que obtienen en las ocupaciones asalariadas.

Es fácil exagerar estos beneficios secundarios. Quisiera fomentar en ustedes un gran escepticismo en relación con estos beneficios. Las razones son las siguientes:

En primer lugar, es de fundamental importancia para el multiplicador regional conocer la manera en que los asalariados gastarán el ingreso monetario "adicional" que perciben, puesto que si lo gastan en productos "importados a la zona", el efecto multiplicador será muy distinto del que se obtendría si lo gastan en productos de origen zonal: el primer gasto no aumenta la demanda por trabajadores en la zona. Podría incluso darse el caso "patológico" en que los asalariados disminuyan sus gastos totales en productos zonales (vale decir, el caso en que los produc



os zonales son bienes inferiores para los obreros de la zona) con un consecuente efecto multiplicador negativo para la zona afectada. Con esto nuevamente estoy sugiriendo que es necesario contar con un mayor presupuesto para la investigación económica básica de la zona de influencia del proyecto.

En segundo lugar, y esta objeción tiene pertinencia para la imputación misma de un salario de sombra, no hay razón alguna para suponer que es siempre socialmente óptimo evitar la migración de mano de obra desde una región "pobre" hacia una región "rica". Puede muy bien ser cierto que el mejor negocio para la zona pobre sea importar mano de obra: buscar maneras de mantener su gente en la zona puede empobrecer tanto a la zona como al país como un todo. Si la mano de obra es naturalmente "excesiva" en la zona y una ley de salarios mínimos exige al proyecto pagar \$ 100 por trabajador cuyo producto marginal en la zona es \$ 70 (en las actividades "marginales"), el proyecto puede estar reduciendo el incentivo de los trabajadores para emigrar a zonas donde, posiblemente, tengan un producto marginal mayor que \$ 100: los trabajadores querrán ahora quedarse en la zona bajo la esperanza (probabilidad) de poder conseguir empleo en el proyecto al salario de \$ 100. Con otras palabras, si el proyecto contrata en \$ 100 a un obrero que por ganar sólo \$ 70 en las actividades marginales estaba a punto de emigrar a otra zona donde produciría \$ 120, el costo social de contratar ese obrero NO ES \$ 70, sino \$ 120. Si la zona es pobre, pobre es! Lo mejor que puede hacer la comunidad es posiblemente sacar a la población de esa zona por lo menos debe compararse el costo de contratar a esos obreros en el proyecto con el costo de trasladar a esos obreros a otra zona donde pueden ganar (producir más). (Estoy dejando de lado aquí los posiblemente importantes beneficios estratégico-militares de tener pobladas ciertas zonas-límitrofes? - del país. Con todo, es importante conocer cuál es el costo de mantener esa zona poblada y, con esta cifra, decidir si vale o no la pena obtener de esa forma los beneficios estratégico-militares). Por estas razones, nuevamente, es de fundamental importancia contar con investigaciones económicas que se refieran al mercado de trabajo en el área de influencia de la zona.

Por último, debe reconocerse que si bien existe hoy alguna discrepancia entre el salario social y el salario privado, es muy posible que esa discrepancia tienda a disminuir (desaparecer) con el pasar del tiempo y con el crecimiento económico social del país; aumentará el nivel de ocupación en la economía, aumentará el nivel educacional y la facilidad de migración de la fuerza de trabajo, etc. Con esto quiero destacar que todo proyecto de inversión debe considerar los posibles aumentos en ganhos reales que se producirán con el correr del tiempo en la economía; estimo que un 2 % es lo mínimo que se puede esperar en la Argentina. Al mismo tiempo, y por las razones indicadas, el crecimiento de los salarios reales en las regiones con "exceso" de mano de obra crecerán posiblemente a un ritmo mayor que en el resto de la economía. Estos factores pueden incidir de una manera importante en los beneficios (futuros) de un proyecto.

b) Obsolencia de entrenamiento especializado: esta es la segunda interpretación que puede recibir el concepto de Desempleo Estructural. Es evidente, creo, que una solución pertinente para este problema es dar a esos obreros el entrenamiento necesario para sacarlos de las minas de carbón; esta solución debe compararse con la de subsidiar su empleo en las minas de carbón. Será conveniente mantenerlos en las minas de carbón hasta el momento en que el costo de entrenar a los mineros sea igual o menor que el costo de subsidiar su empleo en las minas de carbón. El costo social del entrenamiento es igual al valor actual de los "gastos directos" relacionados con el entrenamiento, más el valor actual del producto (carbón) perdido durante la época del entrenamiento; el beneficio social es igual al valor actual de la diferencia en productividad del obrero durante el resto de su vida útil -la vida útil en las minas de carbón puede ser distinta de la vida útil en la actividad nueva que ocupe. El costo y beneficio privado será igual al social si los salarios reflejan el producto marginal de los trabajadores.

Si no existieran leyes de salarios mínimos, las empresas que contratan a los obreros desplazados cobrarán de ellos los costos de entrenamiento con el mero hecho de pagarles un salario menor (de aprendiz) durante el tiempo del aprendizaje. El único problema surgiría cuando el costo del entrenamiento (igual a una menor productividad del obrero en la empresa durante el período de aprendizaje más los costos directos que deba emprender la empresa) es tan elevado que no puede razonablemente recuperarse durante el período de aprendizaje. El problema surge debido a que una vez que el obrero está entrenado, nadie puede retenerlo con un salario inferior al que puede obtener con el entrenamiento ya adquirido (sencillamente se va a otra empresa!). Las leyes de salarios mínimos justamente inducen a esta situación: quita el incentivo para entrenar obreros al no poder pagárseles un salario inferior al mínimo establecido y el beneficio privado y social del mayor entrenamiento pueden diferir.

La solución que propongo para un proyecto que contratará mano de obra que está de esta manera "estructuralmente desocupada" es considerar dos proyectos separables: a) un proyecto en educación, y b) el proyecto específico que se trate. El proyecto específico imputará como costo de la mano de obra el salario que efectivamente debe pagar al obrero para atraerlo a esta ocupación; el proyecto de educación considerará como costo el costo directo de entrenamiento (cursos, libros, etc.) más el salario que el obrero podría haber ganado durante su vida útil en la ocupación de donde se lo extrae, y como beneficio el salario que efectivamente paga el proyecto específico por los servicios del obrero durante la vida útil del obrero. Si el gran negocio está en la educación del obrero, puede invertirse en el proyecto de dar entrenamiento sin necesidad de invertir en el proyecto específico si este último no es buen negocio una vez que el obrero ha sido entrenado.

Es posible que este modo de mirar las cosas sea pertinente para los problemas introducidos por la desocupación estructural provocada por un exceso natural de mano de obra en la zona donde opera el proyecto. Podrían considerarse dos pro-

yectos: a) el proyecto de llevar (trasladar) obreros de una ocupación "marginal" hacia una ocupación asalariada -dentro o fuera de la zona-, y b) el proyecto específico. El negocio puede bien estar en movilizar a la gente antes que en la construcción del proyecto específico. Los proyectos a) y b) son perfectamente separables).

c) Situaciones anormales en la región: la desocupación estructural puede deberse a una situación anormal en la región -una baja en el precio del cobre, una tormenta que arruina las cosechas, una depresión general en el país que afecta considerablemente el empleo en regiones determinadas, etc.- Estas situaciones deben considerarse como casos de desempleo Keynesiano en las zonas afectadas, y tratarse como tales: el costo social de la mano de obra contratada por el proyecto será cero mientras continúe la situación anormal; en tanto se vuelva a la normalidad, el costo social de la mano de obra es igual al costo privado para el proyecto: deberán aprovecharse "los tiempos de las vacas flacas" para arreglar los caminos de la provincia, limpiar las acequias, etc.

Sin embargo, hay un punto posiblemente importante que considerar en estas situaciones. Si la región es inherentemente cíclica -si la actividad de la región es inherentemente inestable- de manera que los que viven en ella lo saben, contratar a los desempleados durante el "tiempo de las vacas flacas" puede provocar una inmigración desmedida (artificial e inducida por la certeza de empleo) a la zona, con lo que se estaría agravando el problema para el futuro. Una posible solución para evitar esta reacción posiblemente desestabilizadora, es gravar los sueldos y salarios de los obreros empleados en la zona con un impuesto suficiente para financiar los gastos (proyectos) públicos que se emprenderán durante las recesiones zonales.

(NOTA: En muchos países se han hecho estimaciones del llamado "desempleo disfrazado" en el sector agrícola, utilizando un método sugerido por el economista P. Rosenstein-Rodan. El método consiste en determinar los "requerimientos" de mano de obra para la producción agrícola, y comparar éste con la disponibilidad de mano de obra en el sector agrícola (calculado en base al número de hombres multiplicado por un dado número de días de trabajo al año). Para Chile, como en muchos otros países, esta cifra es alrededor del 17 % de la fuerza laboral agrícola. Es claro que esta cifra puede ser útil para algunos fines; pero debe reconocerse que es muy burda y deja de lado consideraciones fundamentales como la estacionalidad de la producción agrícola: durante algunos meses del año sobran trabajadores, pero durante otros meses trabajan hasta las mujeres y los niños.

6 - Diferenciales de salarios: Este punto ha sido abordado indirectamente en la discusión de los puntos anteriores. Solo quisiera agregar que el costo privado de la mano de obra -el precio que debe imputarse en el estudio de un proyecto que no se ha emprendido aún- debe ser el salario que se paga por obreros similares en empresas privadas de similar tamaño en el resto de la economía. Esta cifra debe aumentarse en por lo menos un 2 % por año debido al crecimiento esperado en el ingreso real de la economía.

BIBLIOGRAFIA PARA LA SEGUNDA PARTE  
DEL CURSO

- (1) A. C. Harberger "Survey of Literature on Cost-benefit Analysis for Industrial Project Evaluation" - Publicado por las Naciones Unidas, Centre for Industrial Development (CID/IPE) B. 19. Traducido por el CIE-UNC.
- (2) M. Selowsky "La evaluación Social de Proyectos" - Cuadernos de Economía, No. 4, Universidad Católica de Chile, 1964.
- (3) N. U. - CEPAL Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, 1958.
- (4) H. Ripman "La evaluación de proyectos", Finanzas y Desarrollo - No. 3 - Revista publicada por el Fondo Monetario Internacional y por el Banco Internacional de Reconstrucción y Desarrollo. Diciembre 1964.

PROYECTOS ESPECIFICOS

Esta última parte del curso está destinada a considerar los problemas especiales que se presentan en la evaluación de proyectos en áreas específicas. Veremos los problemas relacionados con la inversión en electricidad, obras de riego y carreteras. En esta primera clase discutiremos el trabajo que tuve oportunidad de hacer sobre la evaluación de los beneficios y costos sociales de la industria de azúcar remolachera en Chile.

(NOTA: No se incluye esta clase en los apuntes por estar publicado el estudio en Cuadernos de Economía, No. 8, Universidad Católica de Chile, 1966).

Impreso en Argentina - Printed in Argentine  
Hecho el depósito que previene la ley 11.723  
(c) by "Consejo Federal de Inversiones"  
Alsina 1401 Buenos Aires República Argentina

El presente trabajo se terminó de imprimir  
en los talleres del C. F. I.  
en la segunda quincena de diciembre de 1966.