

Departamento de Ingeniería Industrial
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

Apuntes de Evaluación de Proyectos IN42A

1999

VI. COSTO DE OPORTUNIDAD DEL DINERO Y EQUIVALENCIAS FINANCIERAS

1. OBJETIVO

Este capítulo tiene por finalidad aprender que todo recurso tiene un costo de oportunidad. En particular, el dinero, como cualquier otro recurso escaso, tiene un costo de oportunidad. Este concepto es fundamental en la evaluación de proyectos, ya que para realizar correctamente la evaluación de una alternativa de inversión hay que considerar los beneficios que se dejan de ganar al desviar recursos hacia el proyecto.

Adicionalmente, veremos que una cantidad de dinero en un momento dado tiene un equivalente en diferentes momentos del tiempo, tal que el tomador de la decisión está indiferente entre ambos.

2. COSTO DE OPORTUNIDAD

Como motivación a este capítulo le invitamos a responder las siguientes pregunta: ¿da lo mismo tener \$1.000.000 hoy versus tenerlo el próximo año?. Si pensó en la inflación, ¿cómo cambia su respuesta si en lugar de \$ son UF's?.

Lo cierto es que, por ejemplo, al mirar el mercado bancario, encontramos que existen alternativas de inversión que ofrecen rentabilidades mayores que cero en ambas monedas, por lo que, independiente de la pérdida del valor del dinero en el tiempo (inflación) existen alternativas de mercado que otorgan "ganancias" positivas, incluso sin asumir riesgos.

A modo de ejemplo, si un banco nos ofrece con absoluta seguridad una rentabilidad mensual "r" y hemos decidido tomar el depósito, lo cierto es que seríamos indiferentes entre recibir 100 UF's hoy, o bien $100 \cdot (1+r)$ UF's en un mes más. Por tanto, el mantener 100 UF's bajo el colchón, representa una alternativa que hace perder dinero, y por tanto disminuye nuestro nivel actual de riqueza.

El costo de oportunidad de un recurso representa el máximo beneficio que se puede obtener con el recurso colocado en la mejor alternativa. En el caso del tiempo (trabajar o descansar), propiedades (comprar o arrendar), etc. Todo recurso económico tiene un costo de oportunidad. Por ejemplo, el tiempo, las propiedades, el dinero, etc.

En el caso del dinero el mejor uso alternativo depende de cada persona: alcancía¹, cuenta de ahorro bancaria, depósitos a plazo, fondos mutuos, acciones, proyectos, etc.

¹ Que si bien no otorga rentabilidad, entrega otros beneficios como son fomentar el hábito de ahorrar o la posibilidad de reunir sumas atractivas para tomar un instrumento que las otorgue, o nos provee de dinero fresco (liquidez) en momentos de necesidad

VI. Costo de Oportunidad del Dinero y Equivalencias Financieras

Para ilustrar el concepto, supongamos un inversionista que tiene 2 MM\$ y le ofrecen las siguientes proyectos de inversión de un año de duración valorados con igual nivel de riesgo:

Proyecto	Inversión (MM\$)	Rentabilidad en un año (%)
1	1,0	25
2	1,5	20
3	0,5	15
4	2,0	12
5	3,0	9
6	1,2	6
7	0,8	3

El inversionista colocará su dinero en las alternativas que le otorguen mayor rentabilidad, luego realizará los proyectos 1, 2 y 3. Si tuviese más dinero seguiría realizando los proyectos con menor rentabilidad.

Si ahora existe un mercado de capitales perfecto en que todos pueden ahorrar o pedir prestado cualquier cantidad de dinero a la tasa de interés de equilibrio (r).

Supongamos que $r = 8\%$ anual. Luego, el inversionista tiene incentivos a pedir prestado 5 MM\$. Pagando 8% de interés en un año (0,4 MM\$), pero si los invierte puede obtener un 12% con 2 MM\$ (0,24) en el proyecto 4 y 9% con 3 MM\$ (0,27 MM\$) en el proyecto 5, por lo que los 5 MM\$ adicionalmente invertidos permiten recuperar la inversión (lo que se pidió prestado) y generar 0,51 MM\$ de ganancia, los que cubren los 0,4 de intereses, por lo que la ganancia neta es de 0,11 MM\$.

Desde luego no le conviene pedir dinero para realizar el proyecto 6, ya que la tasa de rentabilidad de éste no permite cubrir los costos financieros del dinero prestado.

De hecho, si el inversionista inicialmente tuviera dinero de sobra para hacer todos los proyectos, no los haría, ya que el dinero invertido en proyectos con rentabilidades inferiores a la tasa de interés de mercado (proyectos 6 y 7) no permiten obtener el máximo beneficio del dinero invertido en ellos, ese máximo sería ahorrar (prestar) a un 8% anual.

Cuando hay costos de transacción entre ahorrantes y deudores, por ejemplo el sistema bancario, entonces el costo de oportunidad dependerá de si al inversionista la falta o le sobra dinero.

Si le sobra entonces lo relevante será la tasa de captación de ahorros, y si le falta será la tasa de interés de colocación. La diferencia entre ambas se llama “spread” de tasas.

Si además hay otras imperfecciones, como por ejemplo restricciones en la capacidad de ahorro y/o endeudamiento entonces la tasa de costo de oportunidad del dinero es función de la cartera de proyectos disponibles y de la situación que enfrente el inversionista.

Como conclusión de lo anterior, podemos decir que un inversionista no estará indiferente entre recibir/pagar una misma cantidad de dinero en un momento del tiempo que en otro. Preferirá siempre recibir un ingreso lo antes posible y pagar un costo lo más tarde posible.

VI. Costo de Oportunidad del Dinero y Equivalencias Financieras

La conclusión anterior no guarda relación alguna con la inflación, aunque la cantidad en cuestión tenga el mismo poder de compra (corregida por inflación), digamos en UF, siempre será preferible recibirla antes y pagarla después.

Adicionalmente, y olvidando por ahora consideraciones de riesgo, el costo de oportunidad de un agente, al igual que las condiciones de mercado, no es un valor fijo en el tiempo sin que es una variable dinámica de mercado. Esto se manifiesta en que, bajo ciertas condiciones, los agentes toman distintas decisiones bajo escenarios distintos.

Por ejemplo, en Chile durante 1998, a raíz de la llamada Crisis Asiática, el Banco Central subió las tasas de interés en el mercado del orden del 6% hasta llegar durante algunos meses a tasas del 14%. Esta situación produjo un cambio en la actitud de los consumidores y empresas que paralizaron decisiones de inversión y gasto (conocido como "el frenazo"), hasta que, a mediados del año 1999, el Banco Central redujo las tasas hasta valor del orden del 5% iniciando un proceso de reactivación en el consumo y en la actividad económica.

Asimismo, al igual a lo sucedido en los países desarrollados, en la década de los 60 y hasta mediados de los 90, las mejores oportunidades de inversión se han ido agotando, debiendo los inversionistas recurrir a inversiones que les reportan menores rentabilidades, haciendo caer el costo de oportunidad del dinero.

La importancia de este fenómeno, y como veremos más adelante, es que las menores rentabilidades asociadas a proyectos alternativos, privilegian inversiones de más largo plazo.

3. VALOR FUTURO Y VALOR PRESENTE

El costo de oportunidad del dinero nos lleva a otro concepto llamado valor futuro. Este nos indica que si se posee una cantidad de dinero VP que se tiene en el presente, existirá una cantidad en el futuro VF tal que el inversionista estará indiferente entre recibir VP en el presente o VF en un período futuro.

Una persona estará indiferente cuando se cumpla que:

$$VF = VP + \text{costo de oportunidad}$$

Si VF es mayor entonces se preferirá esperar y obtener VF en el futuro. Si no es así, entonces se preferirá VP en el presente.

4. TIPOS DE TASAS DE INTERÉS

Habitualmente el costo de oportunidad del dinero se expresa como una tasa de interés expresada para un cierto periodo. Ésta puede expresarse de varias maneras:

a) Interés simple

El monto del valor presente crece según un cierto monto fijo determinado por la tasa y el número de periodos transcurridos:

VI. Costo de Oportunidad del Dinero y Equivalencias Financieras

$$VF = VP * (1 + n * i_s)$$

En este caso la tasa de interés se aplica siempre sobre VP, tantas veces como periodos se consideren.

b) Interés compuesto

El monto del valor presente crece en una proporción fija respecto del valor futuro del periodo anterior:

$$VF_n = VF_{n-1} (1 + i_c)$$

Como $VF_0 = VP$ entonces:

$$VF = VP (1 + i_c)^n$$

c) interés nominal (i)

Esta tasa de interés puede ser simple o compuesta, lo relevante es que lleva implícita la tasa de inflación del periodo (variación de un índice de precios), por lo que para expresar VP en el futuro con igual poder de compra se debe corregir:

$$VF = VP (1 + i)^n / (1 + \pi)^n$$

Este VF está expresados en pesos del presente ya que está corregido por la inflación..

Si no corrijiéramos por inflación entonces estamos calculando el valor futuro, expresado en pesos del futuro, para el que estaríamos indiferentes entre éste y VP en el presente.

d) interés real (r)

En este caso los montos llevados al futuro con esta tasa son comparables con el valor presente porque tienen el mismo poder de compra (UF's o \$ de un momento dado, como por ejemplo, agosto de 1999.):

$$VF = VP (1 + r)^n$$

e) Transformaciones de tasas:

$$i = (1 + r) * (1 + \pi) - 1$$

$$i_s = [(1 + i_c)^n - 1] / n$$

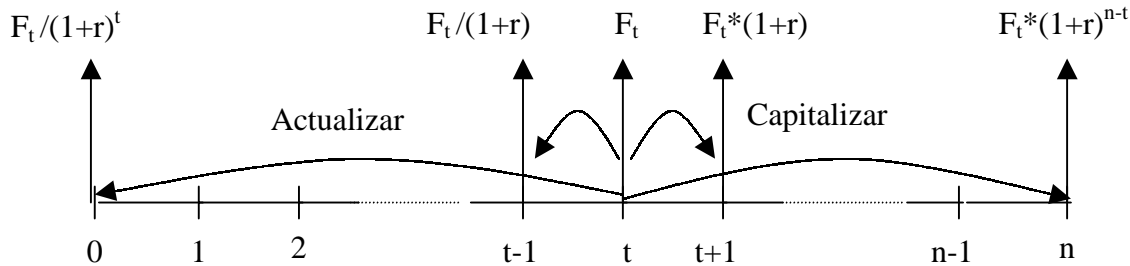
Para transformar entre tasas de interés compuestas expresadas en diferentes periodos:

$$i_{\text{unidad 1}} = (1 + i_{\text{unidad 2}})^{\text{unidad 1/unidad 2}}$$

De aquí en adelante usaremos sólo interés compuesto (real o nominal), ya que es el habitualmente usado.

f) Actualizar y capitalizar:

Supongamos un flujo de dinero en un periodo futuro t , llamémoslo F_t , este flujo puede ser expresado en forma equivalente, es decir que hay indiferencia entre recibirlo en t u en otro momento, si el flujo es capitalizado hacia el futuro o actualizado o descontado hacia el presente:



Como se puede ver, mientras mayor es " r ", menor es el valor presente de un flujo futuro.

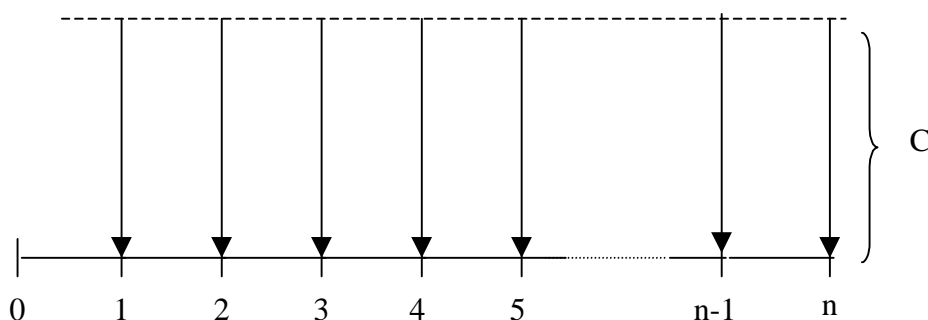
5. CÁLCULO DE ANUALIDADES

En la práctica existen numerosos casos en que nos enfrentamos a la alternativas de pagar o ahorrar con cuotas iguales versus pagar y el valor presente o capitalizado de dichas alternativas.

Por ejemplo, la posibilidad de realizar compras en un cierto número de cuotas versus precio contado (valor presente) que ofrecen las casas comerciales, compañías de seguros, valores de arriendos, etc.; ahorrar periódicamente sumas fijas (reales o nominales) de dinero y su valor capitalizado; comprar instrumentos de mercado que ofrecen periodicidades de pago; contratar deudas, como préstamos, créditos hipotecarios, etc.

Como veremos a continuación, en todos estos casos existe una tasa de interés implícita y un costo de oportunidad para quien elige la opción. Veamos algunos ejemplos:

a) ¿Cómo calcular el valor futuro de un ahorro de una cuota constante C ?



$$VF = \sum_{t=1}^n C(1+r)^t$$

$$= C \sum_{t=1}^n (1+r)^t, \text{ se puede mostrar que :}$$

$$T = \sum_{t=k}^n (1+r)^t \quad [1] \quad / * (1+r)$$

$$T(1+r) = \sum_{t=k+1}^{n+1} (1+r)^t \quad [2]$$

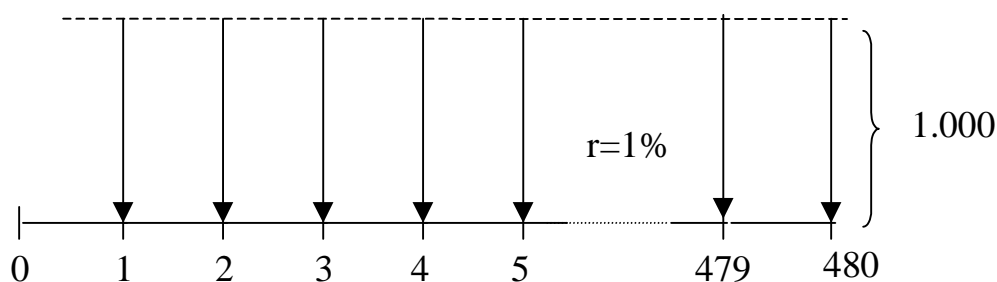
$$[2] - [1] \quad T(1+r) - T = (1+r)^{n+1} - (1+r)^k$$

$$T = \frac{(1+r)^{n+1} - (1+r)^k}{r} = \frac{(1+r)((1+r)^n - (1+r)^{k-1})}{r}$$

Luego:

$$VF = C(1+r) \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r} \right]$$

Ejemplo: si ahorramos \$ 1.000 reales durante 40 años a una tasa mensual real de 1%. El monto que obtendremos al final será

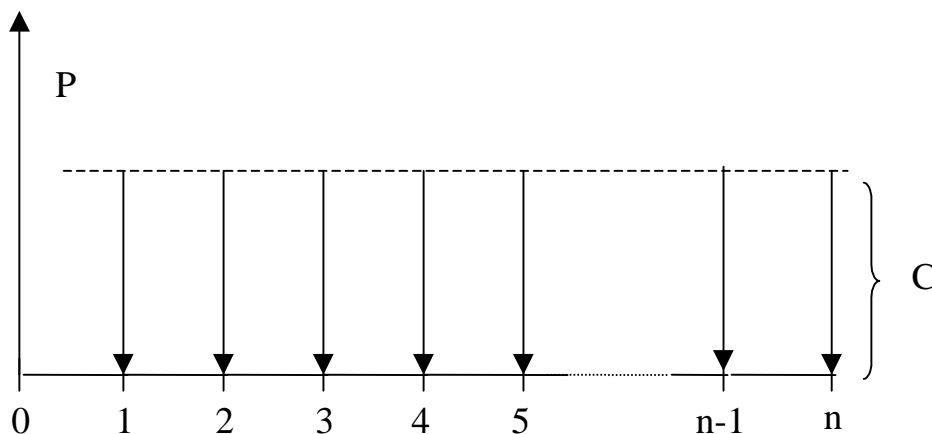


$$VF = 1.000 * 1,01 \left[\frac{1,01^{480} - 1}{0,01} \right] = 11.882.420,23$$

Desde luego, si vamos a trabajar con una tasa de interés mensual debemos trabajar con el tiempo expresado en las mismas unidades. De igual manera, si vamos a trabajar con tasas de interés reales debemos trabajar con flujos reales. En conclusión es importante la consistencia de unidades entre flujos, tasas de interés y periodos, previo al cálculo de cualquier valor.

b) ¿Cómo calcular la cuota de un préstamo? (sin incorporar valores de seguros y comisiones)

El valor actualizado (o presente) de las cuotas con la tasa de interés del crédito es igual al monto del préstamo:



$$P = VP = \sum_{t=1}^n \frac{C}{(1+r)^t}$$

$$= C \sum_{t=1}^n \frac{1}{(1+r)^t}, \text{ se puede mostrar que :}$$

$$S = \sum_{t=k}^n \frac{1}{(1+r)^t} \quad [1] \quad /* \frac{1}{(1+r)}$$

$$\frac{S}{(1+r)} = \sum_{t=k+1}^{n+1} \frac{1}{(1+r)^t} \quad [2]$$

[1] - [2]:

$$S - \frac{S}{(1+r)} = \frac{1}{(1+r)^k} - \frac{1}{(1+r)^{n+1}}$$

$$S = \left[\frac{(1+r)^n - (1+r)^{k-1}}{(1+r)^{n+k-1} r} \right]$$

Como k=1 se tiene que:

$$S = \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right]$$

Al factor "S" se le llama Factor de Actualización de la Serie (F.A.S.), y a su valor inverso (1/FAS), Factor de Recuperación del Capital (FRC), con lo que se tiene que:

$$C = P \cdot FRC$$

Como es posible ver, la expresión:

$$VP = C \left[\frac{(1+r)^n - 1}{(1+r)^n r} \right]$$

permite relacionar una cuota constante de n periodos con su valor actual y la tasa de interés. Conociendo 3 de esos términos, siempre es posible conocer el que falta.

Para esta igualdad existen múltiples aplicaciones. Por ejemplo, usted podría calcular el interés implícito al realizar una compra a cuotas en una casa comercial y compararlo con la tasa de interés que le otorgan otras alternativas de financiamiento, por ejemplo créditos bancarios.

Le invitamos a comprobar que en la mayoría de los casos, el interés que nos cobra el vendedor es muy superior al bancario, y que siempre es preferible pagar en 3 cuotas precio contado a pagar al día (interés nulo). Entonces, ¿porqué algunas personas prefieren pagar en cuotas en casas comerciales, o pagar al contado en lugar de 3 cuotas precio contado?.

Ejemplo:

Si se pide un crédito por 1.000 UF para pagarse en 10 cuotas anuales con a una tasa de interés real anual de 10%. ¿Cuál será la cuota a pagar?

$$C = P \left[\frac{(1+r)^n r}{(1+r)^n - 1} \right]$$
$$C = 1.000 \left[\frac{1,1^{10} * 0,1}{1,1^{10} - 1} \right] = 162,75 UF$$

La tabla de desarrollo del crédito es la siguiente:

Año	Deuda	Interés	Amortización	Cuota
0	1000,0			
1	937,3	100,0	62,7	162,7
2	868,2	93,7	69,0	162,7
3	792,3	86,8	75,9	162,7
4	708,8	79,2	83,5	162,7
5	616,9	70,9	91,9	162,7
6	515,9	61,7	101,1	162,7
7	404,7	51,6	111,2	162,7
8	282,5	40,5	122,3	162,7
9	148,0	28,2	134,5	162,7
10	0,0	14,8	148,0	162,7
		627,5	1000,0	1627,5

¿Qué pasa si todo fuese igual (monto, tasa de interés, años, etc.) pero con amortización constante?

Año	Deuda	Interés	Amortización	Cuota
0	1000,0			
1	900,0	100,0	100,0	200,0
2	800,0	90,0	100,0	190,0
3	700,0	80,0	100,0	180,0
4	600,0	70,0	100,0	170,0
5	500,0	60,0	100,0	160,0
6	400,0	50,0	100,0	150,0
7	300,0	40,0	100,0	140,0
8	200,0	30,0	100,0	130,0
9	100,0	20,0	100,0	120,0
10	0,0	10,0	100,0	110,0
		550,0	1000,0	1550,0

En ambos casos, cuota o amortización constante, la actualización de las cuotas totales (amortización más interés) a la misma tasa de interés da como resultado el monto del crédito.

Además, el pago total de intereses es mayor en el caso de cuota constante que en el de amortización constante, eso ocurre porque las amortizaciones más importantes ocurren al final de los periodos, por lo que antes de llegar a ellos se deben pagar intereses por ellas. ¿Cuál de las alternativas usted preferiría?

¿Qué ocurriría si el préstamo de cuota constante tiene un periodo infinito?

$$\lim_{n \rightarrow \infty} C = \lim_{n \rightarrow \infty} P \left[\frac{(1+r)^n r}{(1+r)^n - 1} \right] = P * r$$

VI. Costo de Oportunidad del Dinero y Equivalencias Financieras

Como es de esperar, si el crédito tiene periodo infinito, entonces la cuota es sólo pago de intereses y, por lo tanto, de amortización nula.

En nuestro ejemplo, la cuota sería de 100 UF, pero estas se pagarían cada año en forma perpetua !!!

Análogamente, una persona que tiene una cantidad relativamente importante de dinero, puede ahorrar su dinero y retirar sólo los intereses. En ese caso recibiría una cuota constante y perpetua igual al monto por la tasa de interés que le ofrezca su alternativa de ahorro.

c) ¿Cómo se calcula la cuota de un crédito que tiene periodo de gracia sin pago de intereses ni amortización?

Tomemos como ejemplo el crédito universitario. Si un alumno financia el 100% de su carrera con crédito, tal que el arancel anual que debe pagar es 1.500.000 (unas 100 UF), la tasa de interés real es 2% anual, sus estudios duran 6 años. Y una vez recibido tiene un periodo de gracia de 2 años en que no paga intereses ni amortizaciones, y después tiene 10 años para pagarlo en “cómodas” cuotas mensuales iguales.

Primero, veamos cuando deberá al terminar su carrera:

$$\begin{aligned} VF &= \left[\sum_{t=1}^6 C(1+r)^t \right] = C \frac{(1+r)((1+r)^6 - 1)}{r} \\ &= 100 \frac{1,02(1,02^6 - 1)}{0,02} = 643,43 UF \end{aligned}$$

Segundo, las cuotas (con dos años sin pago alguno) deben cumplir que:

$$\begin{aligned} i_{\text{mensual}} &= (1 + i_{\text{anual}})^{\frac{1}{12}} - 1 = (1,02)^{\frac{1}{12}} - 1 = 0,165\% \\ 643,43 UF &= \left[\sum_{t=25}^{144} C \frac{1}{(1+r)^t} \right] = C \left(\frac{1,00165^{144} - 1,00165^{24}}{1,00165^{168} * 0,00165} \right) \\ \frac{C}{1,00165^{24}} &\left(\frac{1,00165^{120} - 1}{1,00165^{120} * 0,00165} \right) = 6,154 UF \end{aligned}$$