Sloan School of Management
Massachusetts Institute of Technology 15.010/15.011

CLASE DE REPASO Nº 5

Tiempo e incertidumbre, poder de mercado

Viernes - 8 de octubre de 2004

RESUMEN DE LA CLASE DE REPASO DE HOY

1. **Conceptos básicos sobre el valor actual**
2. **Incertidumbre y aversión al riesgo**
3. **Valor de opción**
4. **Modelos de poder de mercado:** definición y cálculos
5. **Ejemplos con números:** aplicación de los conceptos a ejercicios

1. CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE EL VALOR ACTUAL

1.1 Definición y utilización
1.2 Valor actual neto y análisis de inversiones

1.1 Definición y utilización

El concepto de valor actual nos sirve para convertir un conjunto de flujos de caja, beneficios, ingresos o costes futuros en un valor comparable único para el presente. Gracias a este concepto podemos tomar decisiones en el presente basadas en lo que esperamos suceda en el futuro.

De modo específico, el valor actual nos dice el valor que tendrá cierta cantidad monetaria en un punto del futuro. Utilizamos un **tipo de interés** o **tasa de descuento** (representado por R) para "convertir" estos flujos de caja futuros en valores actuales. Por ejemplo, si tenemos 1$ hoy, podríamos invertirlo al tipo de interés anual ordinario, R, y recibir (1+R) dolares un año más tarde. Los (1+R) dólares se conocen como el **valor futuro** de 1$ hoy. Del mismo modo, si queremos saber el valor de recibir 1$ dentro de un año, simplemente dividimos ese dólar por el tipo de interés anual actual, esto es $\frac{\$1}{(1+R)}$. El 1$ que recibamos en un año tendrá menos valor para nosotros que si lo recibimos ahora ya que lo podríamos haber invertido y recibir (1+R) dólares en un año.

Resulta fácil generalizar esta fórmula a más años en el futuro, así 1$ dentro de dos años valdrá $\frac{\$1}{(1+R)^2}$ hoy. Si lo extendemos a *n* número de años, el valor actual de 1$ tras *n* años es

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

1.2 Valor actual neto y análisis de inversiones

El valor actual neto (NPV) es un concepto que se utiliza a menudo en el entorno empresarial. Se trata de una herramienta financiera que toma el flujo de caja actualizado de un proyecto y lo compara con el coste de la inversión que se va a realizar en ese proyecto. Se utiliza a menudo en decisiones sobre análisis de inversiones, tales como decidir si construir una fábrica nueva o invertir en una nueva tecnología que tal vez no sea rentable hasta dentro de muchos años.

Por ejemplo, si tenemos una inversión de capital de la que esperamos obtener beneficios durante 15 años, entonces el NPV de dicha inversión se puede representar así:

$$NPV = -C + \frac{\pi_1}{(1+R)} + \frac{\pi_2}{(1+R)^2} + \cdots + \frac{\pi_{15}}{(1+R)^{15}}$$

donde C representa el coste inicial del proyecto (asumimos que la totalidad del coste se genera ahora). En general, una empresa sólo tomará una decisión de inversión cuando el NPV de un proyecto es mayor que 0, lo que supone que el flujo de beneficios futuros —descontado al presente— es superior al coste de entrada de dicha inversión. Si el NPV es negativo, a la empresa no le interesará emprender el proyecto.

Como se muestra en la fórmula anterior, R representa la tasa de descuento que utilizamos para convertir nuestros beneficios futuros en valores actuales. Obviamente, la tasa empleada puede alterar significativamente los valores actuales de nuestros beneficios futuros y, por tanto, el NPV. Para elegir la tasa adecuada es conveniente pensar en las inversionres alternativas que la empresa podría realizar con el dinero que costearía el proyecto. Tal vez existan otros proyectos con posibilidades de arrojar una previsión de beneficios diferente y, quizás, una mayor tasa de rendimiento. O considerar invertir en bonos o en títulos valores que puede que obtengan un mayor rendimiento.

Lo principal que hay que tener en cuanta al establecer la tasa de descuento es que la inversión alternativa debe tener un *riesgo* similar. Es posible que la alternativa elegida tenga un rendimiento muy superior al proyecto propuesto, pero la certeza de esos flujos de caja tal vez sea mucho menor que la del proyecto propuesto. Aunque este tema se estudia con más detalle en clases de financiación empresarial, suele ser común que una empresa utilice un coste medio ponderado de capital (WACC) para la tasa de descuento, el cual refleja el coste de oportunidad de su pasivo y de sus recursos propios.

2. INCERTIDUMBRE Y AVERSIÓN AL RIESGO

2.1 Flujos de caja inciertos y cálculo del valor esperado

2.2 Aversión al riesgo

2.1 Flujos de caja inciertos y cálculo del valor esperado

Al adoptar decisiones sobre análisis de inversiones de acontecimientos o flujos de caja que van a suceder en el futuro, no solemos estar seguros de la certeza de tales flujos. En función de nuestros razonamientos, tal vez recibamos un flujo de caja, pero como las condiciones futuras son inciertas, es posible que recibamos otro flujo de caja diferente si dichas condiciones tienen lugar.

Podemos tener en cuenta esta incertidumbre examinando las **probabilidades** de los flujos de caja o acontecimientos futuros. Por ejemplo, en un caso muy sencillo, tal vez tengamos que decidir si invertir en un proyecto que generará 1$ millón con una probabilidad del 40% o 2$ millones con una probabilidad del 60%. Para prever formalmente estas posibilidades, recurrimos a un concepto llamado *valor esperado*. Al calcular el valor esperado tenemos en cuenta los flujos de caja alternativos y sus respectivas probabilidades. Dados dos pagos potenciales, o flujos de caja, llamados X_1 y X_2, y dos probabilidades para estos pagos, llamadas $\Pr_1$ y $\Pr_2$, el valor esperado de esta perspectiva sería $E(X) = \Pr_1 X_1 + \Pr_2 X_2$. Fórmula que podemos ampliar a cualquier número de pagos y a sus respectivas probabilidades: $E(X) = \Pr_1 X_1 + \Pr_2 X_2 + \cdots + \Pr_n X_n$. En cada caso, la suma de las probabilidades debe ser igual a uno.

2.2 Aversión al riesgo

La aversión al riesgo también incorpora el concepto de incertidumbre. Cada persona tiene una disposición diferente para aceptar el riesgo, o una voluntad distinta de aceptar un resultado incierto antes que uno cierto con el mismo valor esperado. Se suele clasificar a los individuos en tres categorías de riesgo:

1. **Reacios al riesgo:** son personas que prefieren un resultado cierto antes que uno incierto o arriesgado con el mismo valor esperado.
2. **Neutrales al riesgo:** son personas que no tienen preferencia por un resultado cierto sobre uno incierto o arriesgado con el mismo valor esperado.
3. **Amantes del riesgo:** son personas que prefieren un resultado incierto o arriesgado antes que uno cierto con el mismo valor esperado.

Por ejemplo, en su primer trabajo tras obtener la licenciatura, se le ofrecen dos tipos de planes de retribución:

A. Salario garantizado de 150.000$.
B. Salario garantizado de 100.000$ más una posible prima de 100.000$ que recibe si cumple ciertos objetivos de rendimiento, y si no los cumple no hay prima. Usted calcula que hay un 50% de posibilidades de que alcance esos objetivos de rendimiento.

Ambas opciones tienen el mismo valor esperado de 150.000$, pero la opción B presenta cierta incertidumbre. Los que prefieran la opción A serían reacios al riesgo porque prefieren el salario cierto. Los que prefieran la B serían amantes del riesgo porque prefieren la incertidumbre, aunque haya un 50% de posibilidades de que reciban una prima de 100.000$, es decir, 50.000$ más que la opción cierta A. Aquellos que no tengan preferencias serán neutrales al riesgo.

3. VALOR DE OPCIÓN

3.1 Definición del valor de opción

En muchas ocasiones los directivos han de tomar decisiones basadas en información incompleta. Tal y como se ha dicho, el valor esperado es un modo de calcular el valor actual de adoptar una medida en una situación incierta sopesando la probabilidad de ciertos resultados. Pero si un directivo pudiese aplazar la decisión hasta que tuviese más información, el resultado se volvería más cierto. La capacidad de postergar dicha decisión tiene un valor, denominado *valor de opción*.

3.2 Ejemplo

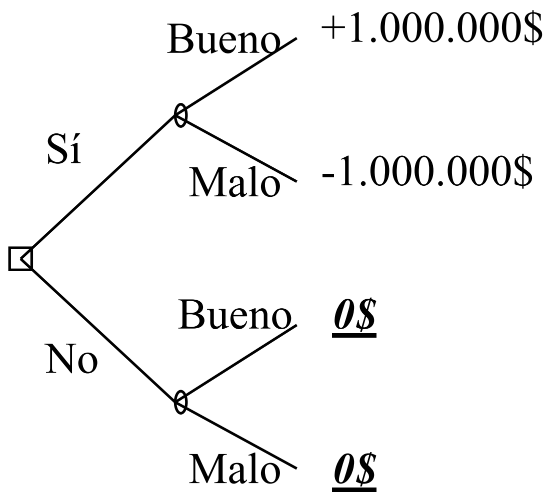
Por ejemplo, piense en un proyecto que podría tener dos resultados: uno bueno en el que la empresa obtenga 1$ millón, y otro malo en el que se pierda 1$ millón. La empresa tiene que adoptar hoy una decisión, y no está segura del resultado final, pero cree que el buen resultado tiene un 40% de posibilidades de suceder, y el malo puede darse en un 60% de los casos. ¿Debería la empresa emprender el proyecto?

El valor esperado del proyecto es 0,4*1.000.000$ + 0,6*-1.000.000$ = -200.000$. Sin duda, el valor esperado de no realizar el proyecto es cero, por lo que la empresa debería optar por no hacer el proyecto y obtener un pago cero.

Supongamos ahora que la empresa tiene la *opción* de aplazar la toma de la decisión hasta que sepa si el resultado del proyecto será bueno o malo (manteniendo el mísmo cálculo de probabilidades de 40% y 60%). Aplazando la decisión, la empresa puede esperar, y luego emprender el proyecto si se garantiza un buen resultado (obteniendo 1.000.000$) o no emprenderlo si se asegura el mal resultado (pago cero). El valor esperado es ahora 0,4*1.000.000$ + 0,6*0$ = 400.000$. Con la opción de postergar la decisión, la empresa obtiene 400.000$ – lo que quiere decir que esa opción vale 400.000$ para la empresa.

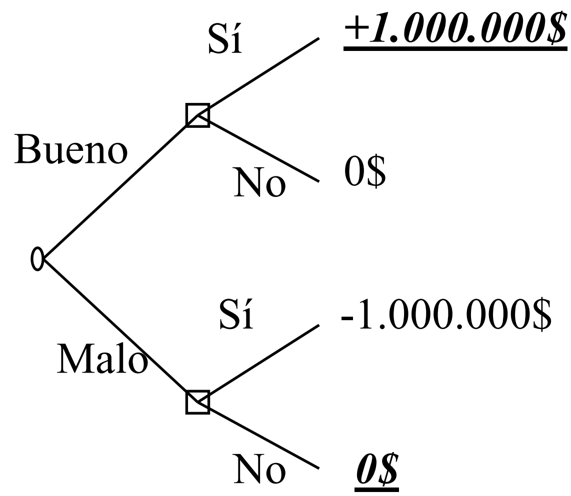
El árbol de decisión que se muestra a continuación describe tres hipótesis:

Decisión sin opción



EV = 0$

Decisión con opción



EV = 0,4 * 1.000.000$ = 400.000$

Observe que la opción puede llegar a “no tener ningún valor” – de hecho, en este ejemplo hay un 60% de posibilidades de que la firma escoja no ejercitar la opción. La empresa crea el valor de la opción con su capacidad de postergar la decisión hasta que tenga más claro el resultado.

4. MODELOS DE PODER DE MERCADO

4.1 Modelo con una planta

4.2 Modelo con dos plantas

4.1 Modelo con una planta

Un monopolista, si desea maximizar sus beneficios, ha de seguir los siguientes pasos.
Imagine que ha de hacer frente a una curva de coste de C(Q) y una curva de demanda de Q(P).

1. Halle la ecuación de la curva de demanda Q(P) para P y escriba P en función de Q (P(Q)).
2. Calcule la curva de ingreso marginal (MR). Para las curvas de demanda lineales, la curva de ingreso marginal tiene la misma intercepción y una curva con el doble de pendiente que la curva de demanda expresada en función de Q (p.e. para demanda, P=40-100Q, MR=40-200Q). La curva de ingreso marginal también se puede calcular tomando la 1ª derivada de la ecuación de ingresos totales, en la que estos se expresan en función de Q.
3. Calcule el coste marginal. Puede hacerlo mediante la siguiente fórmula $MC = \Delta C/ \Delta Q$.
4. Resuelva la ecuación MC = MR para Q. La Q* resultante es la cantidad óptima.
5. Inserte la cantidad óptima resultante Q* en la curva de demanda P(Q) para determinar el precio de maximización del beneficio P*.
6. Calcule los beneficios: $\Pi = P^* Q^* - C(Q^*)$

Como regla general, el monopolista debería fijar el precio según la llamada *mark-up formula*:
$P = MC / (1 + 1 / E_d)$, donde E_d es la elasticidad de la demanda.

Por ejemplo, si la elasticidad de la demanda es -4 y el coste marginal es 9$ por unidad, entonces el precio tendría que ser:
$9 / (1-1/4) = $12 por unidad

4.2 Modelo con dos plantas
Un monopolista con dos plantas afronta no sólo el problema de determinar las cantidades de producción correctas y el precio adecuado, sino también la cantidad que es necesario producir en cada planta. Para maximizar sus beneficios, este monopolista ha de seguir los siguientes pasos. Supongamos que hace frente a una curva de demanda de Q(P) y dos curvas de coste diferentes en cada una de las dos plantas: $C_1(Q_1)$ y $C_2(Q_2)$.

1. Resuelva la ecuación de la curva de demanda Q(P) para P: P(Q)
2. Calcule la curva de ingreso marginal (MR). Para curvas de demanda lineales, la curva de ingreso marginal tiene la misma intercepción y una curva con el doble de pendiente que la curva de demanda expresada en función de Q. La vurva de ingreso marginal también se puede calcular tomando la primera derivada de la ecuación de ingresos totales, en la que el ingreso total se expresa en función de Q.
3. Calcule las curvas de coste marginal de las dos plantas. Puede hacerlo calculando $MC_1 = \Delta C_1 / \Delta Q_1$ y $MC_2 = \Delta C_2 / \Delta Q_2$..
4. Calcule el coste total marginal a partir de las dos funciones previas de MC. Para hacerlo, el monopolista ha de:
    a. Hallar MC_1 para Q_1;
    b. Hallar MC_2 para Q_2,
    c. Sumar las cantidades resultantes $Q_1 + Q_2$, como MC1 = MC2 con tal de que la producción tenga lugar en ambas plantas (si no es así, la producción deberá ir a la planta de menor coste hasta que los costes marginales sean iguales).
    d. Hallar la Q_{TOT} = para MC_{TOT}
5. Halle la ecuación MC_{TOT} = MR para Q. La Q* resultante es la cantidad óptima total que el monopolista producirá.
6. Inserte la cantidad óptima resultante Q* en la curva de demanda P(Q) para determinar el precio de maximización del beneficio P(Q*)
7. Calcule las cantidades Q_1 y Q_2 producidas en cada planta. Para ello ha de:
    a. Igualar el nivel de coste marginal que maximiza el beneficio MC_{TOT} (Q*) al plan de coste marginal de la primera planta MC_1 ($MC_{TOT} = MC_1 = MC_2$)
    b. Hallar Q_1.
    c. Calcule de modo similar Q_2.
    d. Compruebe los errores: $Q_1 + Q_2$ ha de ser igual a Q_{TOT}.
8. Calcule los beneficios: $\Pi = P^* Q^* - C_1(Q_1) – C_2(Q_2)$

5. EJEMPLOS CON NÚMEROS

5. 1 Ejemplo de valor actual neto

Como nueva incorporación al departamento financiero de su empresa, se le da la tarea de determinar si la empresa debería invertir en la ampliación de dos líneas de producto. El proyecto A tiene unos flujos de caja previstos menores que el proyecto B, pero como el proyecto A está más relacionado con su línea de producto, a la empresa le parece menos arriresgado que el proyecto B. Ha realizado algunos análisis y ha formulado los siguientes beneficios futuros de cada proyecto (con el primer flujo de caja en un año a partir de ahora). Cada proyecto tiene una duración estimada de 5 años.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proy. A	\$5MM	\$10MM	\$10MM	\$15MM	\$15MM
Proy. B	\$5MM	\$10MM	\$15MM	\$20MM	\$20MM

Cree también que cada proyecto requerirá una inversión de entrada de 40\$ millones. Por último, basándose en diferentes suposiciones de riesgo, considera que al proyecto A habría que aplicarle una tasa de descuento del 7%, y al B una tasa del 20%. ¿Qué proyecto debería emprender la empresa?

Para adoptar esta decisión, ha de calcular el NPV de cada proyecto. El proyecto A tendría un NPV de

$$NPV(A) = -\$40MM + \frac{\$5MM}{(1+.07)^1} + \frac{\$10MM}{(1+.07)^2} + \frac{\$10MM}{(1+.07)^3} + \frac{\$15MM}{(1+.07)^4} + \frac{\$15MM}{(1+.07)^5} = \$3{,}7\text{ MM}$$

Y el proyecto B tendría un NPV de

$$NPV(B) = -\$40MM + \frac{\$5MM}{(1+.20)^1} + \frac{\$10MM}{(1+.20)^2} + \frac{\$15MM}{(1+.20)^3} + \frac{\$20MM}{(1+.20)^4} + \frac{\$20MM}{(1+.20)^5} = \text{-}\$2{,}5\text{ MM}$$

Nos interesa aceptar cualquier proyecto con un NPV mayor que 0, por lo que aceptamos el A pero rechazamos el B; aunque B presente mayor previsión de beneficios, pero resulta existir un mayor riesgo alrededor de esos beneficios.

5.2 Ejemplo de poder de mercado con una planta
Somos los únicos productores mundiales de los botones de ratón integrados en su portátil. Sólo hay una planta, y tiene la siguiente estructura de coste total (precios en $/botón y cantidades en millones de botones):

$TC(Q) = 20*Q^2$

¿Qué precio fijaremos a nuestros productos para maximizar beneficios con la siguiente curva de demanda?

$Q_d = 35 – P/20$

Recuerde que un monopolio elegirá la cantidad producida de modo que MR = MC. Para hallar MR, hemos de hallar la fórmula del ingreso total TR, para lo cual reescribiremos la funcion de demanda del siguiente modo $P = 700 – 20*Q_d$:

$$TR(Q) = P(Q) * Q = (700–20*Q)*Q = 700*Q – 20*Q^2$$

El ingreso marginal (MR) es el primer derivado del ingreso total (TR):

$MR = TR'(Q) = (700*Q – 20*Q^2)' = 700 – 40*Q$

(Observe que para una curva de demanda lineal, la curva de ingreso marginal tiene la misma interceptación que la curva de demanda y una pendiente el doble de inclinada).

Ahora,
$MC = TC'(Q) = (20*Q^2)' = 40*Q$

Estableciendo MR = MC hallamos que:

$700 – 40*Q = 40*Q$
$Q = 700/80$
Q = 8,75 millones de botones

Insertando esta cantidad en la ecuación de demanda, obtenemos:

$P = 700 – 20*8,75$

P = 525$/botón

Y los beneficios son:
$\Pi = TR(Q) – TC(Q) = P*Q – TC(Q)$
$\Pi = 525*8,75 – 20*8,75^2$
Π = 3.063$ millones

5.3 Ejemplo de poder de mercado con dos plantas
Nuestra empresa construye una nueva fábrica. La estructura de coste de cada fábrica es como sigue:

Fábrica 1 : $TC_1(Q_1) = 20*Q_1^2$
Fábrica 2 : $TC_2(Q_2) = 10*Q_2^2$

La demanda permanece inalterada. La producción total $Q = Q_1 + Q_2$.
¿Cómo fijaremos la producción de cada planta y cuáles serán los beneficios?

De nuevo, hemos de establecer que MR = MC. Esta vez, sin embargo, hemos de hallar el coste marginal total de la empresa.

Sabemos que,
$MC_1 = 40*Q_1$
$MC_2 = 20*Q_2$

Escriba las ecuaciones de coste marginal en forma inversa y súmelas horizontalmente para obtener el coste marginal total, MC_T (que es equivalente a MC_1 y MC_2 porque la empresa producirá hasta que el MC sea igual en ambas plantas):

$Q = Q_1 + Q_2 = MC_1/40 + MC_2/20 = 3*MC_T/40$, o bien,

$\mathbf{MC_T = 40 * Q / 3}$

Entonces, estableciendo que $MC_T = MR$:

$40 * Q / 3 = 700 – 40 * Q$
Q =13,1 millones de botones , y

MR = 700 – 525 = 175$/botón

Como $MR = MC_T = MC_1 = MC_2$, (MR es igual al MC en todas las fábricas),

$MC_1 = 175 = 40* Q_1$, => $\mathbf{Q_1}$ **= 4,4 millones de botones**
$MC_2 = 175 = 20* Q_2$, => $\mathbf{Q_2}$ **= 8,75 millones de botones**

Para hallar el precio de monopolio, reemplace Q en la ecuación de demanda:

P = 700 – 20*13.1, => **P = 438$/botón**

Los beneficios serán el ingreso total menos los costes totales:
$\Pi = TR(Q) – TC(Q) = P*Q – TC_1(Q_1) – TC_2(Q_2)$
$\Pi = 438*13{,}1– 20*4{,}4^2 – 10*8{,}75^2$
Π =4.585$ millones