

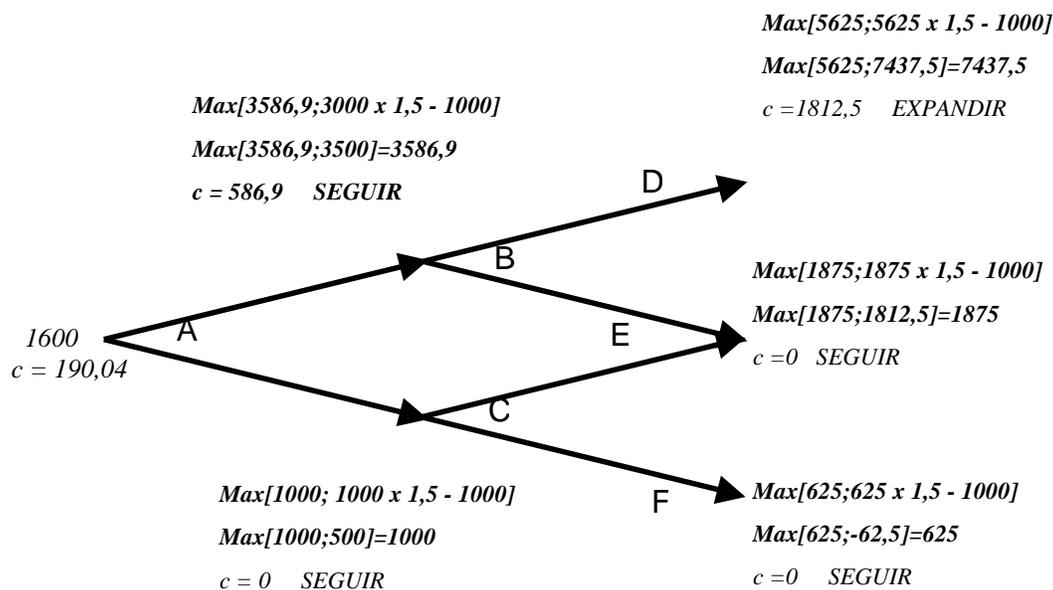
Valuación de opciones combinadas: expansión, abandono y contracción del negocio

Guillermo López Dumrauf
 Doctor en Ciencias Económicas UBA
 Socio del Estudio Tisocco y Asociados
 Profesor Titular del CEMA

Este artículo constituye una extensión del análisis que hicieramos en un artículo anterior (“Valor presente, árboles de decisión y opciones reales”, revista N° 181 del IAEF, Octubre 2002) donde analizáramos la opción de diferir la inversión. Aquí extenderemos nuestro análisis del proyecto de la pasta congelada para evaluar las opciones de expansión, contracción y abandono que nos presenta el negocio. Calcularemos el valor de cada una de estas opciones por separado para finalmente realizar un análisis integral, que nos permitirá conocer que es *lo mejor que podemos realizar en cada situación, cuando hacerlo y juntar los efectos de las mejores decisiones en un solo valor*. Los métodos de valuación utilizados son el abordaje neutral ante el riesgo y el portafolio replicado, que será utilizado como control del anterior y para determinar el valor subyacente del proyecto en cada nodo del árbol de decisión. Preparado el terreno, el próximo artículo abordará un caso real.

1.1 Valuación de la opción de expansión

Suponga que nuestro proyecto ofrece la opción de ampliar el negocio invirtiendo \$ 1000, lo cual permitirá incrementar los retornos en un 50 %. Tenemos, por lo tanto, una opción de compra americana con un precio de ejercicio de \$ 1000.- A continuación se reproduce el árbol de decisión que genera la opción de expansión. Comenzando nuestro análisis en los nodos finales, observamos que la opción de expansión sólo tiene valor en el nodo D.



La observación inmediata que podemos hacer es que en el nodo B, el valor de mantener la opción viva es mayor que el valor de ejercitar la opción antes de su vencimiento. Recordemos los valores de la probabilidad de suba y la probabilidad de baja en un mundo neutral ante el riesgo:

$$p = \frac{(1 + rf) - d}{u - d} = \frac{1,05 - 0,625}{1,875 - 0,625} = 0,34$$

$$1 - p = 0,66$$

Cálculo del valor de la opción asumiendo neutralidad ante el riesgo:

$$\text{Nodo B: } P = \frac{p \times cu + (1 - p) \times cd}{(1 + rf)} = \frac{0,34 \times 1812,5 + 0,66 \times 0}{1,05} = 586,9$$

En el nodo C el valor de la opción de abandono es cero, puesto que es cero en los nodos E y F. Finalmente, calculamos el valor de la opción de expansión en el nodo A:

$$\text{Nodo A: } P = \frac{p \times cu + (1 - p) \times cd}{(1 + rf)} = \frac{0,34 \times 586,9 + 0,66 \times 0}{1,05} = 190,04$$

Control mediante el método del portafolio replicado:

Comenzamos nuestro análisis con el valor de la opción en el nodo B:

Nodo B:

$$\begin{array}{r} \Delta 5625 + B (1,05) = 7437,5 \\ - \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ \hline \Delta 3750 + 0 = 5562,5 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 1,4833$ y $B = - 863,90$

Multiplicando por el valor presente del proyecto en B y sumando el valor de los bonos obtenemos el valor del proyecto en el nodo B:

Valor del Nodo B: $1,4833 \times 3000 - 863,9 = 3586,9$

Una propiedad importante de las opciones de compra americanas, como son las opciones de expansión o las opciones de diferimiento, es que son siempre más valiosas “vivas” antes que ejercidas, cuando el activo subyacente no paga dividendos o el activo vea reducido su valor por algún otro motivo.

Nodo C:

$$\begin{array}{r} \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ - \Delta 625 + B (1,05) = 625 \\ \hline \Delta 1250 + 0 = 1250 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 1$ y $B = 0$

Multiplicando Δ por el valor presente del proyecto en C y sumando el valor de los bonos B obtenemos el valor del proyecto en el nodo C:

$$\text{Valor del Nodo C: } 1 \times 1000 + 0 = 1000$$

Nodo A:

$$\begin{array}{r} \Delta 3000 + B (1,05) = 3586,9 \\ - \Delta 1000 + B (1,05) = 1000 \\ \hline \Delta 2000 + 0 = 2586,9 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 1,2934$ y $B = - 279,47$

Finalmente, multiplicando Δ por el valor del proyecto en A y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto con flexibilidad:

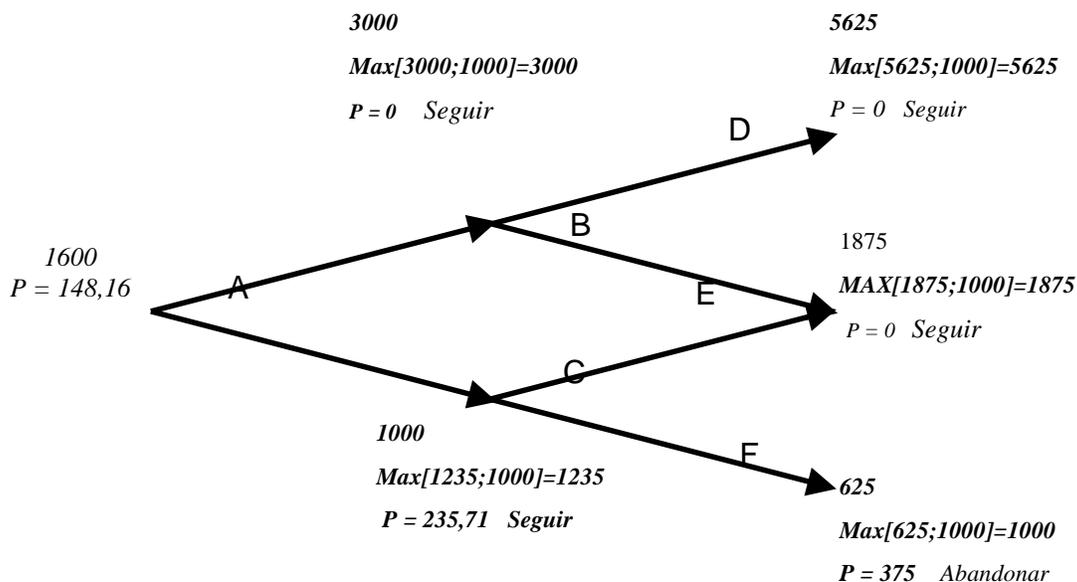
$$1,2934 \times 1600 - 279,47 = 1790$$

Valor de la opción de expansión : valor presente del proyecto con flexibilidad – valor presente del proyecto sin flexibilidad:

$$C = 1790,04 - 1600 = 190,04$$

1.2 Valuación de la opción de abandono

Puesto que el negocio puede no funcionar tan bien como pensamos, puede ser útil calcular el valor de abandonar la actividad. La opción de abandono del negocio es una opción de venta americana donde el precio de ejercicio generalmente es igual al valor de realización de los activos. Nuestro negocio plantea una opción de abandono por \$ 1000 en cualquier momento, que se lograría mediante la venta de los activos fijos y el capital de trabajo. Aunque a priori parezca que en este análisis subyace el pesimismo, la opción de abandono es importante pues plantea la posibilidad de salirse del negocio para evitar pérdidas mayores en caso de que el mismo no funcione como se pronosticó inicialmente.



De la observación de los retornos en el árbol de decisión surge que la opción de abandono sólo tendría valor en el nodo F (si abandonamos el proyecto percibimos \$1000 frente a \$ 625 que sería el valor del flujo de fondos del proyecto). Observe que conviene mantener viva la opción en el nodo C, donde el put vale 235,71

Cálculo del valor de la opción asumiendo neutralidad ante el riesgo:

$$P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 375}{1,05} = 235,71$$

En el nodo B el valor de la opción es 0 (cero) pues también es cero en los nodos anteriores (D y E). Finalmente, aplicamos la misma fórmula para el nodo A para calcular entonces el valor de la opción de abandono:

$$P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 235,71}{1,05} = 148,16$$

Valor de la opción de abandono $P = 148,16$

Control mediante el método del portafolio replicado:

Nuevamente, yendo desde el final al principio, comenzaremos nuestro análisis con el valor de la opción en el nodo C.

Nodo C:

$$\begin{array}{r} \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ - \Delta 625 + B (1,05) = 1000 \\ \hline \Delta 1250 + 0 = 875 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 0,70$ y $B = 535,71$

Multiplicando Δ por el valor del proyecto en el nodo C y sumando el valor de B obtenemos el valor del activo subyacente en C:

$$0,70 \times 1000 + 535,71 = 1235,71$$

Nodo A:

$$\begin{array}{r} \Delta 3000 + B (1,05) = 3000 \\ - \Delta 1000 + B (1,05) = 1235,71 \\ \hline \Delta 2000 + 0 = 1764,3 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 0,882$ y $B = 336,71$

Finalmente, multiplicando Δ por el valor del proyecto en el nodo A y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto con flexibilidad:

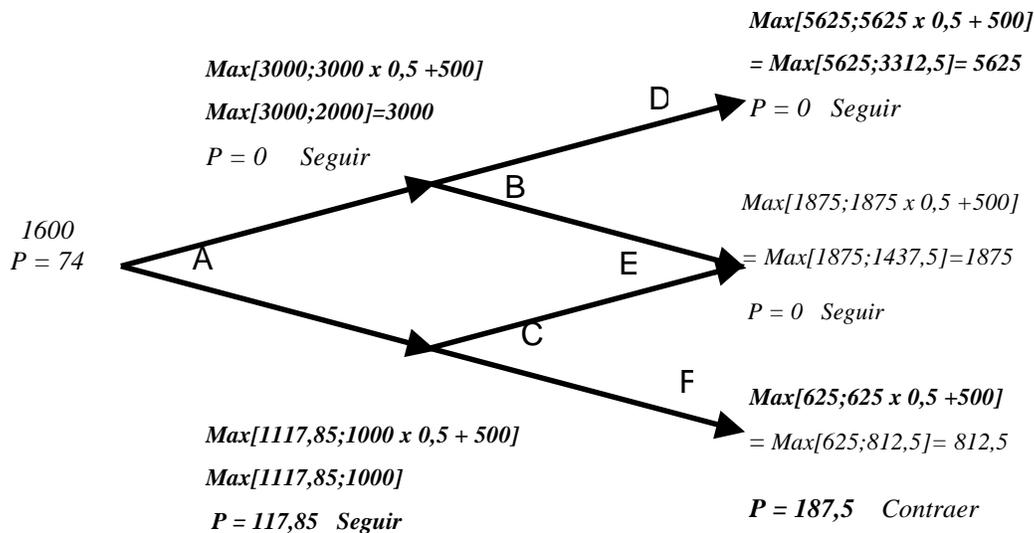
$$0,882 \times 1600 + 336,71 = 1748,1$$

Valor de la opción: *VP proyecto con flexibilidad – VP del proyecto sin flexibilidad*

$$1748,1 - 1600 = 148,1$$

1.3 Valuación de la opción de contraer

El proyecto presenta una opción de contraer el tamaño del negocio liquidando parte de los activos fijos y el capital de trabajo por un total de \$ 1000. Aunque en este caso no abandonamos la actividad, la opción de contraer el negocio también es una opción de venta por una parte de los activos. En este caso, si bien la disminución del tamaño del negocio generaría un ingreso inmediato de caja, tendría como efecto negativo una disminución en los retornos netos del 50 %, como consecuencia de la combinación de una reducción en los ingresos y los gastos de estructura.



Observe que en el nodo C, el valor de mantener la opción viva es mayor que el valor de ejercitar la opción antes de su vencimiento.

Cálculo del valor de la opción asumiendo neutralidad ante el riesgo:

Nodo B:
$$P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 0}{1,05} = 0$$

Nodo C:
$$P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 187,5}{1,05} = 117,85$$

Nodo A:
$$P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 117,85}{1,05} = 74,0$$

Valor de la opción de contracción $p = 74$

Control mediante el método del portafolio replicado:

Comenzaremos nuestro análisis con el valor de la opción en el nodo C.

Nodo B:

$$\Delta 5625 + B (1,05) = 5625$$

$$\begin{array}{r} - \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ \Delta 3750 + 0 = 3750 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 1$ y $B = 0$

Finalmente, multiplicando Δ por el valor del activo subyacente y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto con flexibilidad:

$$\text{Valor del nodo B: } 1 \times 3000 + 0 = 3000$$

Nodo C:

$$\begin{array}{r} \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ - \Delta 625 + B (1,05) = 812,5 \\ \Delta 1250 + 0 = 1062,5 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 0,85$ y $B = 267,85$

Finalmente, multiplicando Δ por el valor del proyecto en C y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto en el nodo C:

$$\text{Valor del Nodo C: } 0,85 \times 1000 + 267,85 = 1117,85$$

Nodo A:

$$\begin{array}{r} \Delta 3000 + B (1,05) = 3000 \\ - \Delta 1000 + B (1,05) = 1117,85 \\ \Delta 2000 + 0 = 1882,14 \end{array}$$

Despejando resultan $\Delta = 0,941$ y $B = 168,36$

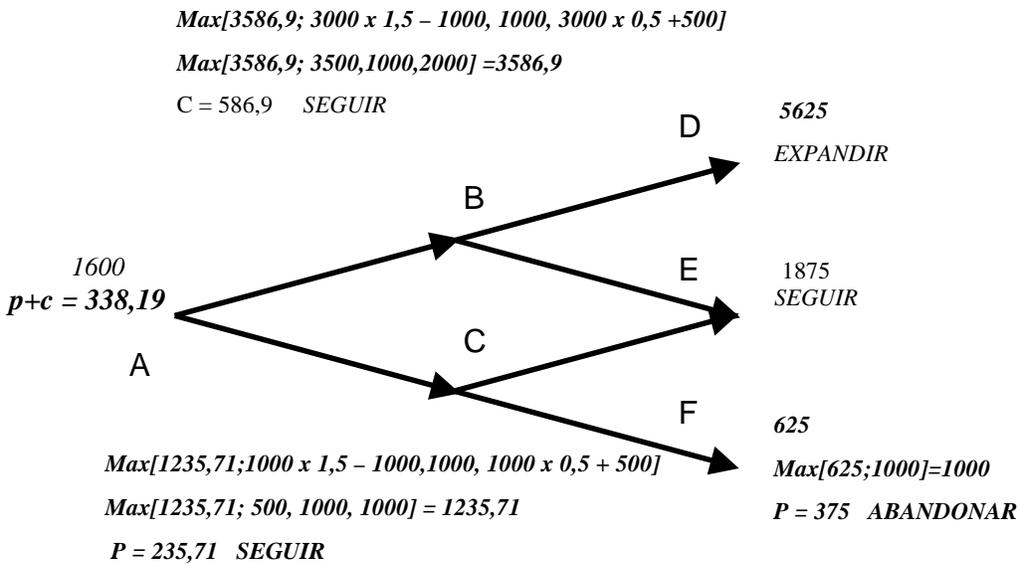
Finalmente, multiplicando Δ por el valor del proyecto en A y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto con flexibilidad:

$$0,941 \times 1600 + 168,4 = 1674$$

Valor de la opción de contracción : valor presente del proyecto con flexibilidad – valor presente del proyecto sin flexibilidad:

$$1674 - 1600 = 74$$

1.4 Todo junto: valuamos la combinación de opciones



Cálculo del valor de la opción asumiendo neutralidad ante el riesgo:

$$\text{Nodo B: } P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 1812,5 + 0,66 \times 0}{1,05} = 586,9$$

$$\text{Nodo C: } P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 0 + 0,66 \times 375}{1,05} = 235,71$$

$$\text{Nodo A: } C + P = \frac{p \times cu + (1-p) \times cd}{(1+rf)} = \frac{0,34 \times 586,9 + 0,66 \times 235,71}{1,05} = 338,19$$

Control mediante el método del portafolio replicado:

Comenzamos nuestro análisis con el valor de la opción en el nodo B:

Nodo B:

En la situación ascendente: $\Delta 5625 + B (1,05) = 7437,5$

En la situación descendente: $\Delta 1875 + B (1,05) = 1875$

$$\begin{array}{r} \Delta 5625 + B (1,05) = 7437,5 \\ - \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \end{array}$$

$$\Delta 3750 + 0 = 5562,5$$

$$\text{Despejando resultan } \Delta = 1,4833 \quad \text{y} \quad B = - 863,90$$

Multiplicando por el valor presente del proyecto en B y sumando el valor de los bonos obtenemos el valor del proyecto en el nodo B:

$$\text{Valor del Nodo B: } 1,4833 \times 3000 - 863,9 = 3586,9$$

Nodo C:

$$\begin{array}{r} \Delta 1875 + B (1,05) = 1875 \\ - \Delta 625 + B (1,05) = 1000 \\ \hline \Delta 1250 + 0 = 875 \end{array}$$

$$\text{Despejando resultan } \Delta = 0,70 \quad \text{y} \quad B = 535,71$$

Multiplicando Δ por el valor del proyecto en el nodo C y sumando el valor de B obtenemos el valor del activo subyacente en C:

$$0,70 \times 1000 + 535,71 = 1235,71$$

Nodo A:

$$\begin{array}{r} \Delta 3000 + B (1,05) = 3586,9 \\ - \Delta 1000 + B (1,05) = 1235,71 \\ \hline \Delta 2000 + 0 = 2351,19 \end{array}$$

$$\text{Despejando resultan } \Delta = 1,17559 \quad \text{y} \quad B = 57,25$$

Finalmente, multiplicando Δ por el valor del proyecto en A y sumando el valor de B obtenemos el valor del proyecto con flexibilidad:

$$1,17559 \times 1600 + 57,25 = 1938,19$$

Valor de la opción combinada : valor presente del proyecto con flexibilidad combinada – valor presente del proyecto sin flexibilidad:

$$1938,19 - 1600 = 338,19$$

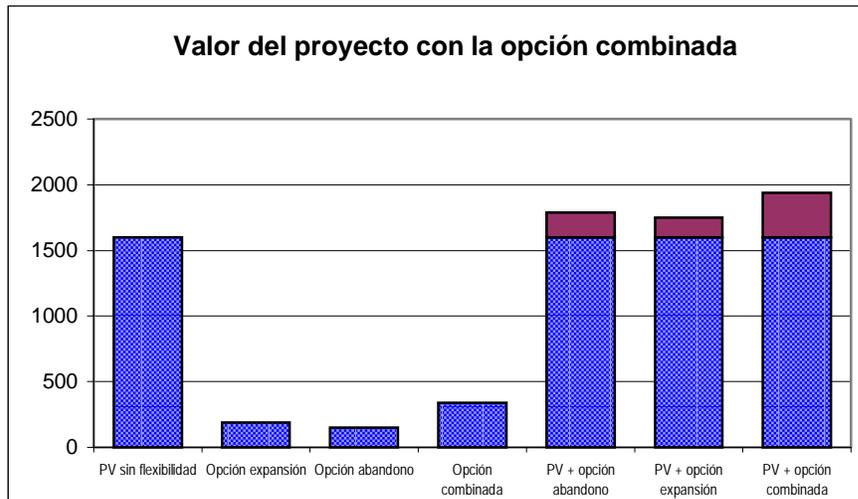
Finalmente, sumando los valores de las opciones por separado, encontramos que la suma del valor de la opción de expansión y la opción de abandono es igual a 338,19. Aunque parezca intuitivo que la suma de las opciones separadas no sea igual a su combinación, precisamos analizar la cuestión con más detenimiento. Observe que la opción de contracción siempre fue dominada por las otras dos opciones; esto es, la opción de contracción nunca fue

utilizada cuando consideramos el abanico de posibilidades y por lo tanto no tiene ningún valor en la combinación.

Valor de la opción de expansión = 190,04

Valor de la opción de abandono = 148,16

Valor de la opción de contracción = 74



Conclusiones

- La técnica ROA no sólo nos dice que es lo mejor que podemos hacer en cada situación, sino también cuando es el mejor momento para tomar la decisión
- El método del portafolio replicado nos permite obtener el valor del activo subyacente en cada nodo del árbol de decisión
- Las opciones de compra americanas son siempre más valiosas “vivas” antes que ejercitadas, cuando el activo subyacente no paga dividendos o el activo vea reducido su valor por algún otro motivo.
- Todas las opciones analizadas (expansión, abandono, contracción) tienen valor en determinadas circunstancias y en oportunidades una opción es dominada por otra
- La suma de las opciones dominantes nos da el valor de las opciones combinadas.

Referencias bibliográficas

Trigeorgis, L. 1998, “A Conceptual Options Framework for Capital Budgeting”, *Advances in Futures and Option research*, 3

Copeland, T. Antikarov, V. “Opções Reais” (del original Real Options) Editora Campus, Río de Janeiro, 2002

López Dumrauf, Guillermo, “Valor presente, árboles de decisión y opciones reales”, revista del IAEF, N° 181, octubre de 2002.

Un material interesante sobre Real Options puede encontrarse en <http://www.puc-rio.br/marco.ind/main.html#contents>