

# Opción real de abandonar un proyecto de inversión

© Juan Mascareñas

Universidad Complutense de Madrid

Primera versión: ene 1994 - Última versión: ene 2012

- *La opción de cerrar temporalmente las operaciones, 1*
- *Ejemplo de opción de cierre temporal, 2*
- *La valoración de una planta de turbina de gas, 4*
- *La opción de abandono, 9*
- *Ejemplo de opción de abandono, 11*
- *Bibliografía, 14*
- *Ejercicios, 14*



En esta monografía vamos a analizar cómo valorar las opciones reales de abandono. En concreto veremos dos tipos, la primera es la de *cierre temporal*, que es un tipo opción *switch* o de intercambio, la segunda es la pura opción de abandono de un negocio.

## 1. LA OPCIÓN DE CERRAR TEMPORALMENTE LAS OPERACIONES

En cierto tipo de industrias como las de extracción de recursos naturales (minería, petróleo, gas, etc.), de generación de energía eléctrica, o en la planificación y construcción de industrias cíclicas, moda, bienes de consumo, etc., existe la posibilidad de detener temporalmente la totalidad del proceso productivo cuando los ingresos obtenidos son insuficientes para hacer frente a los costes variables operativos (como los de mantenimiento, por ejemplo) y de volver a producir cuando la situación se haya invertido<sup>1</sup>.

Por supuesto, el análisis se puede extender a una serie de cierres y reaperturas según que el precio sea inferior, o superior, a los costes variables; pero, en este caso, debemos considerar que el precio ascienda por encima de una cantidad determinada sobre el coste variable antes de reiniciar la producción con objeto de minimizar el riesgo de que se produzca una pérdida seguidamente y de hacer frente a los costes de reapertura. El mismo caso, pero al contrario se puede decir para el caso de detener la producción.

---

### **Ejemplo 1** *Análisis de opciones reales en Enron*<sup>2</sup>

La mayoría de las empresas de electricidad se estremecen cuando tienen que considerar la volatilidad del precio, la escasez de depósitos, y las restricciones de transmisión en el mercado eléctrico. Enron vio una oportunidad en ello. Y su equipo directivo utilizó las opciones reales como una guía analítica clave en plena turbulencia de los mercados.

En 1998 los precios de la electricidad ascendieron durante poco tiempo desde los 40 dólares hasta unos increíbles 7.000 dólares por megavatio hora en parte del Midwest. Aunque la magnitud de este salto fue inusual, una combinación de capital intensivo, restricciones de transmisión, una escasez de almacenamiento, la desregulación y la, siempre presente, incertidumbre sobre el clima han provocado un aumento en la volatilidad del precio de la electricidad. Los directivos de Enron consideraron que sus diversas habilidades y sus importantes recursos la situaban en una posición clave para aprovecharse de dicha volatilidad, así que puso manos a la obra.

En 1999 abre tres plantas especiales para aprovecharse de los “picos” en los precios –plantas de generación de electricidad a través de gas-, que tenían unos costes de producción un 50-70% mayor que las más eficientes del sector. Las plantas estaban situadas en intersecciones estratégicas entre los gaseoductos y la red eléctrica, y sólo tenían licencia para funcionar un máximo de 1.200 horas/año, pero eran mucho más baratas de construir que

---

<sup>1</sup> Evidentemente, esta posibilidad dependerá del tamaño de los costes de cierre y reapertura

<sup>2</sup> Aunque Enron quebró a fines de 2001 debido a una serie de operaciones financieras desastrosas y a unas prácticas contables “asombrosas” no creemos que la operación aquí descrita tuviera la culpa de lo anterior. Así, que no se sienta influido por ello e intente aprender con él puesto que otras compañías generadoras de energía eléctrica siguen las mismas pautas.



una normal. Realmente, servían como el equivalente de un depósito subterráneo de gas: se encendían cuando los precios de la electricidad alcanzaban un pico.

El análisis de las opciones reales demostró que la flexibilidad de este tipo de plantas valía más que su relativa ineficiencia, teniendo en cuenta la totalidad de los negocios de Enron y su capacidad para gestionar el riesgo.

Por tanto, podemos contemplar las operaciones anuales como opciones de compra de los ingresos de ese año (C) y cuyo precio de ejercicio viene dado por los costes variables operativos ( $A_v$ ). El valor de dichas opciones se puede calcular a través de la siguiente expresión:

$$\text{Máx [C - } A_v; 0]$$

## 2. EJEMPLO DE OPCIÓN DE CIERRE TEMPORAL

Repsol YPF está analizando un proyecto consistente en explotar un yacimiento al norte de la ciudad de Zapala en la provincia de Neuquén (Argentina). Inicialmente deberá invertir unos 60 millones de euros en las operaciones preliminares (costes de exploración, construcción de accesos y creación de otras infraestructuras necesarias). Dos años más tarde deberá realizar un segundo pago de 70 millones de euros, que se subdivide en 20 millones de costes fijos y el resto de costes variables.

El valor actual medio de la bolsa de petróleo del yacimiento se estima en unos 120 millones de euros con una variabilidad de sus rendimientos del 32% anual. Repsol posee la opción de cerrar temporalmente el yacimiento a finales del segundo año de tal manera que si abandona las operaciones durante un año el proyecto valdrá un 30% menos pero, a cambio, se ahorrará los costes variables del segundo pago. El tipo de interés sin riesgo es igual al 5% anual.

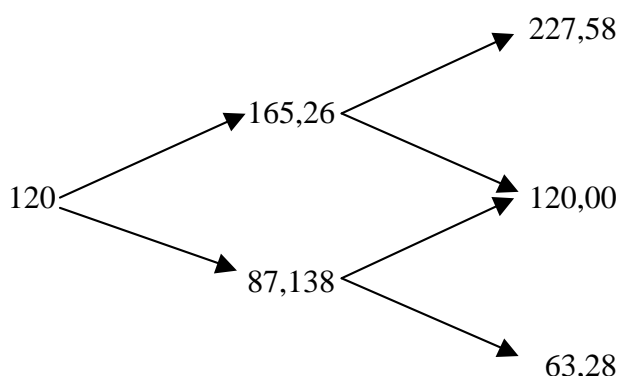


Fig. 1

Los analistas de la compañía plasman la evolución del valor del proyecto a lo largo de los dos próximos años en un árbol binomial que se muestra en la figura 1 y que está basado en los siguientes datos:



$$U = e^{\sigma} = e^{0,32} = 1,377$$

$$D = 1/U = 0,726$$

$$r_f = 5\%$$

$$VA_1^+ = 120 \times U = 165,26$$

$$VA_1^- = 120 \times D = 87,14$$

$$VA_2^{++} = 165,26 \times U = 227,58$$

$$VA_2^{+-} = 165,26 \times D = 120$$

$$VA_2^{--} = 87,14 \times D = 63,28$$

Seguidamente se calculan las probabilidades neutrales al riesgo:

$$p = \frac{(1+r_f) - D}{U - D} = \frac{1,05 - 0,726}{1,377 - 0,726} = 0,498; \quad 1-p = 0,502$$

Por otro lado, el VAN básico del proyecto es igual a:

$$\text{VAN básico} = -60 + 120 - \frac{70}{1,05^2} = -3,492 \text{ mill. €}$$

Al final del segundo año se espera que los flujos de caja sean iguales al 30% del valor actual del proyecto en dicho instante ( $C_2 = 0,3VA_2$ ) si se decide suspender temporalmente el proyecto, es decir:

$$C_2^{++} = 0,3 VA_2^{++} = 0,3 \times 227,58 = 68,274$$

$$C_2^{+-} = 0,3 VA_2^{+-} = 0,3 \times 120 = 36$$

$$C_2^{--} = 0,3 VA_2^{--} = 0,3 \times 63,28 = 18,984$$

Los analistas de Repsol calcularán ahora el valor actual neto del proyecto en el segundo año tanto en el caso de que continúen con las operaciones como en el caso de que las suspendan durante un año. Y elegirán el mayor valor de ambas alternativas. Dicho de otro modo, si la directiva desea conseguir los flujos de caja de ese año deberá incurrir en 50 millones de costes variables. Así, pues, aquélla tiene la opción de hacerse con el valor del proyecto VA (neto de costes fijos  $A_F$ ) menos los costes variables, o bien abandonarlo temporalmente manteniendo el valor del proyecto menos los flujos de caja a los que se renuncia (C):

$$E_2 = \text{Máx} [VA_2 - A_V; VA_2 - C] - A_F = (VA_2 - A_F) - \text{Min} [A_V; C]$$

$$E_2^{++} = (227,58 - 20) - \text{Min} [50; 68,274] = 157,58 \text{ mill. € (continuar)}$$

$$E_2^{+-} = (120 - 20) - \text{Min} [50; 36] = 64 \text{ mill. € (cierre temporal)}$$

$$E_2^{--} = (63,28 - 20) - \text{Min} [50; 18,984] = 24,296 \text{ mill. € (cierre temporal)}$$



Ahora nos desplazaremos hacia la izquierda para obtener el VAN total en el momento actual:

$$E_1^+ = \frac{(157,58 \times 0,498) + (64 \times 0,502)}{1,05} = 105,31$$

$$E_1^- = \frac{(64 \times 0,498) + (24,296 \times 0,502)}{1,05} = 41,96$$

$$E_0 = \frac{(105,31 \times 0,498) + (41,96 \times 0,502)}{1,05} - 60 = 9,99 \text{ mill. } \text{€}$$

Si el VAN total<sup>3</sup> con la opción de cierre temporal es igual a 9,99 millones de euros y el VAN básico era igual a -3,492 millones, la opción de cierre temporal será igual a:

$$\text{Opción de cierre temporal} = 9,99 - (-3,492) = 13,482 \text{ millones } \text{€}$$

Por otro lado el valor de la decisión de cerrar temporalmente las operaciones durante un año es igual a la diferencia entre el VAN total y cero (porque el VAN básico era negativo): 9,99 millones de euros.

Un ejemplo típico de este tipo de opción es el de la explotación de una mina de carbón o de cobre. Su dueño cerrará temporalmente las operaciones de extracción del mineral no cuando el precio de mercado de la tonelada de carbón o cobre sea inferior a su coste de extracción, sino cuando la pérdida sea tan grande que contrarreste los costes de cerrar temporalmente la mina. Mientras ello no ocurra, aún perdiendo dinero, la seguirá explotando. Por una razón similar, una vez cerrada procederá a reabrirla cuando el beneficio obtenido supere a los costes de reapertura.

### 3. LA VALORACIÓN DE UNA PLANTA DE TURBINA DE GAS

Vamos a ver cómo calcular el valor de la opción de cierre temporal de una planta de generación de electricidad de ciclo combinado mediante turbina de gas cuya capacidad es de 400 MWh y su coste de producción es de 25\$/MWh. Vamos a obtener el valor de la opción a lo largo de un año utilizando los precios semanales reales que se dieron en 1999 en el mercado eléctrico de California y cuyos valores pueden ver en la tabla 1. Tome el lector dichas cifras como si fuera una simulación de precio futura y no unos datos del pasado.

El valor medio del precio durante 1999 fue de 28,09\$/Mwh (la mediana era igual a 26,30 \$/Mwh) con una desviación típica de 10,11\$/Mwh.

El beneficio medio es:

---

<sup>3</sup> El VAN total asciende realmente después de aplicar una binomial con 48 iteraciones a 9,46 millones de euros.



$$400 \text{ MWh} \times 53 \text{ sem} \times 7 \text{ d} \times 24 \text{ h} \times (28,09 \text{ \$/MWh} - 25 \text{ \$/MWh}) = 11.018.784 \text{ \$}$$

Semana	Precio (\$/MWh)		
1	12,89		
2	23,14		
3	24,13	29	40,8
4	20,78	30	24,31
5	18,29	31	26,58
6	18,89	32	28,19
7	19,57	33	23,05
8	18,78	34	26,59
9	18,95	35	47,26
10	17,7	36	33,64
11	17,79	37	30,95
12	19,76	38	28,61
13	18,31	39	31,91
<b>14</b>	20,15	<b>40</b>	49,71
15	23,31	41	43,25
16	25,23	42	52,59
17	26,83	43	45,34
18	21,88	44	44,1
19	23,46	45	59,84
20	22,68	46	40,15
21	26,08	47	30,44
22	26,63	48	30,4
23	15,82	49	28,25
24	16,49	50	30,03
25	25,29	51	31,26
26	26,3	52	28,31
27	32,26	53	28,89
<b>28</b>	23,13		

Tabla 1 Precios semanales medios durante 1999 en el mercado eléctrico californiano

La turbina de gas se puede apagar cuando el precio de la electricidad sea inferior al coste de producción. Esto es una opción real de cierre temporal o de intercambio (apagado/encendido). En la figura 1 se pueden ver las semanas en las que el precio medio supera al coste y las que no.

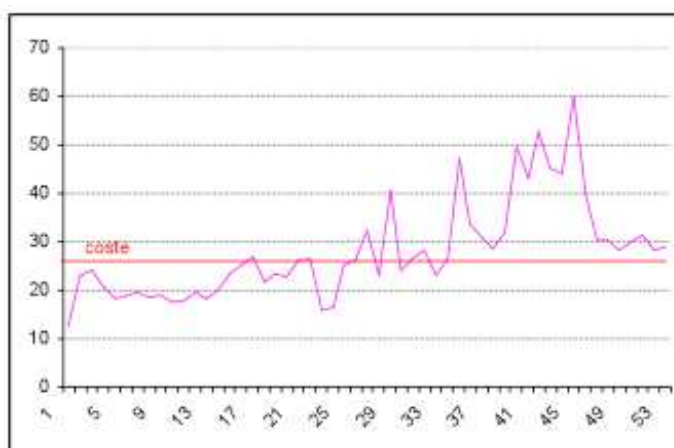




Fig.1

Supongamos que la turbina se apaga cuando el coste supera el precio y que se enciende en caso contrario; además, en ambos casos no hay costes de cierre o de reapertura. En la tabla 2 se pueden observar los resultados.

Semana	Bº unitario	Bº positivo	acción				
1	-12,11	0	apagar				
2	-1,86	0	apagar	29	15,8	15,8	encender
3	-0,87	0	apagar	30	-0,69	0	apagar
4	-4,22	0	apagar	31	1,58	1,58	encender
5	-6,71	0	apagar	32	3,19	3,19	encender
6	-6,11	0	apagar	33	-1,95	0	apagar
7	-5,43	0	apagar	34	1,59	1,59	encender
8	-6,22	0	apagar	35	22,26	22,26	encender
9	-6,05	0	apagar	36	8,64	8,64	encender
10	-7,3	0	apagar	37	5,95	5,95	encender
11	-7,21	0	apagar	38	3,61	3,61	encender
12	-5,24	0	apagar	39	6,91	6,91	encender
13	-6,69	0	apagar	40	24,71	24,71	encender
14	-4,85	0	apagar	41	18,25	18,25	encender
15	-1,69	0	apagar	42	27,59	27,59	encender
16	0,23	0,23	encender	43	20,34	20,34	encender
17	1,83	1,83	encender	44	19,1	19,1	encender
18	-3,12	0	apagar	45	34,84	34,84	encender
19	-1,54	0	apagar	46	15,15	15,15	encender
20	-2,32	0	apagar	47	5,44	5,44	encender
21	1,08	1,08	encender	48	5,4	5,4	encender
22	1,63	1,63	encender	49	3,25	3,25	encender
23	-9,18	0	apagar	50	5,03	5,03	encender
24	-8,51	0	apagar	51	6,26	6,26	encender
25	0,29	0,29	encender	52	3,31	3,31	encender
26	1,3	1,3	encender	53	3,89	3,89	encender
27	7,26	7,26	encender				
28	-1,87	0	apagar				

Tabla 2

El valor medio de los beneficios es de 5,20 \$/Mwh (desviación típica: 8,37\$/Mwh, siendo la mediana 1,30\$/Mwh). El beneficio medio total en este supuesto sería:

$$400 \text{ MWh} \times 53 \text{ sem} \times 7 \text{ d} \times 24 \text{ h} \times (5,2 \text{ \$/MWh}) = 18.517.712 \text{ \$}$$

El valor de la opción de cierre temporal se calcula restando el beneficio medio obtenido si se genera o no electricidad dependiendo de si los precios superan a los costes o no menos el beneficio medio si no se ejerce dicha opción de cierre temporal:

Beneficios con la opción: 18.517.712 \$

Beneficios sin la opción: 11.018.784 \$

Valor de la opción: 7.498.928 \$

La posibilidad de generar electricidad cuando se desee tiene un valor y cuanto mayor sea la volatilidad del activo subyacente mayor es el valor de dicha opción real.

Por otra parte diferentes tecnología tienen diferentes valores para sus opciones de intercambio:



- a) Las plantas nucleares tienen altos costes fijos iniciales (1.000 mill.\$), pero bajos costes marginales (5 \$/MWh). No se paran nunca, así que sus opciones reales implícitas son pocas.
- b) Otras plantas son más baratas de construir pero más caras de mantener y con la posibilidad de cerrarlas temporalmente, lo que posibilita que sus opciones implícitas valgan más.

Por otra parte tenemos que tener en cuenta las siguientes limitaciones:

- Hemos supuesto que la distribución de precios de 1999 va a ser igual a la de los años posteriores. Y ello no tiene porqué ocurrir.
- Para estimar el valor de la planta no sólo hay que estimar el precio medio esperado de la electricidad sino sobre todo su volatilidad.
- A la vista de la serie de precios podemos suponer que cuando el precio asciende hay más probabilidades de que continúe subiendo que de que baje, y viceversa. El proceso es auto regresivo parecido al del recorrido aleatorio pero no igual, ni simétrico.
- En la vida real los cambios de precios tienen lugar cada minuto, no cada semana como en el ejemplo que estamos analizando.
- No está claro que nuestra tecnología nos permita detener o arrancar la planta cada vez que interese. Si podemos hacerlo los intervalos temporales pueden ser pequeños (inferiores a una semana) o, en caso contrario, los intervalos deberán ser superiores a una semana.
- Podemos suponer que encendemos o apagamos la planta o, también, que encendemos una turbina y apagamos la otra más según lo necesitemos pero no toda la planta (imaginemos que tenemos dos turbinas una cuyo coste es de 20\$/MWh y la otra de 30\$/MWh). Este es otro tipo de *opción de intercambio*.
- Si somos un productor suficientemente importante, nuestra generación podría tener un efecto importante en el precio de mercado de la electricidad.
- El precio de la electricidad no es la única variable incierta. El precio del gas natural puede ser otra que, además, se correlaciona con el anterior (lo que puede ampliar o reducir la volatilidad media).

### **3.1 Dependencia del sendero**

Complicemos un poco más el ejemplo y analicemos el caso de que la decisión no sólo depende del precio de mercado de la electricidad sino también del estado de la planta que, a su vez, depende de si el precio de aquélla acaba de aumentar o de caer.

- a) Si el precio acaba de caer...
  - ...y la planta ya estaba cerrada, seguirá cerrada
  - ...y la planta estaba abierta, seguirá abierta si no compensa cerrarla (el coste de cierre lo impide), o se cerrará si compensa.
- b) Si el precio acaba de aumentar...
  - ...y la planta estaba abierta, así seguirá.



...y la planta estaba cerrada, seguirá así si no compensa abrirla (el coste de reapertura lo impide), o se abrirá si sí compensa.

En nuestro ejemplo, el coste de cierre de la planta asciende a 200.000 \$ cada vez que se toma dicha decisión, mientras que el coste de reapertura asciende a 500.000 \$ cada vez que se genera electricidad. Así pues, la decisión a tomar será la siguiente:

- a) Si en la semana precedente la planta está cerrada, en la actual sólo se abrirá si:  
Cobros – Pagos > 500.000 \$
- b) Si en la semana precedente la planta está abierta, en la actual sólo se cerrará si:  
Cobros - Pagos < - 200.000 \$

En la tabla 3 y en la figura 2 se muestran los cálculos para el ejemplo.

Semana	Precio (\$/MWh)	Ingresos	Costes	Ing > Cost	On / Off	Beneficios
1	12,89	866.208	1.680.000	no	cerrar	0
2	23,14	1.555.008	1.680.000	no	cerrar	0
3	24,13	1.621.536	1.680.000	no	cerrar	0
4	20,78	1.396.416	1.680.000	no	cerrar	0
5	18,29	1.229.088	1.680.000	no	cerrar	0
6	18,89	1.269.408	1.680.000	no	cerrar	0
7	19,57	1.315.104	1.680.000	no	cerrar	0
8	18,78	1.262.016	1.680.000	no	cerrar	0
9	18,95	1.273.440	1.680.000	no	cerrar	0
10	17,7	1.189.440	1.680.000	no	cerrar	0
11	17,79	1.195.488	1.680.000	no	cerrar	0
12	19,76	1.327.872	1.680.000	no	cerrar	0
13	18,31	1.230.432	1.680.000	no	cerrar	0
14	20,15	1.354.080	1.680.000	no	cerrar	0
15	23,31	1.566.432	1.680.000	no	cerrar	0
16	25,23	1.695.456	1.680.000	si	cerrar	0
17	26,83	1.802.976	1.680.000	si	cerrar	0
18	21,88	1.470.336	1.680.000	no	cerrar	0
19	23,46	1.576.512	1.680.000	no	cerrar	0
20	22,68	1.524.096	1.680.000	no	cerrar	0
21	26,08	1.752.576	1.680.000	si	cerrar	0
22	26,63	1.789.536	1.680.000	si	cerrar	0
23	15,82	1.063.104	1.680.000	no	cerrar	0
24	16,49	1.108.128	1.680.000	no	cerrar	0
25	25,29	1.699.488	1.680.000	si	cerrar	0
26	26,3	1.767.360	1.680.000	si	cerrar	0
27	32,26	2.167.872	1.680.000	si	cerrar	0
28	23,13	1.554.336	1.680.000	no	cerrar	0
29	40,8	2.741.760	1.680.000	si	abrir	561.760
30	24,31	1.633.632	1.680.000	no	abrir	-46.368
31	26,58	1.786.176	1.680.000	si	abrir	106.176
32	28,19	1.894.368	1.680.000	si	abrir	214.368
33	23,05	1.548.960	1.680.000	no	abrir	-131.040
34	26,59	1.786.848	1.680.000	si	abrir	106.848
35	47,26	3.175.872	1.680.000	si	abrir	1.495.872
36	33,64	2.260.608	1.680.000	si	abrir	580.608
37	30,95	2.079.840	1.680.000	si	abrir	399.840
38	28,61	1.922.592	1.680.000	si	abrir	242.592
39	31,91	2.144.352	1.680.000	si	abrir	464.352
40	49,71	3.340.512	1.680.000	si	abrir	1.660.512
41	43,25	2.906.400	1.680.000	si	abrir	1.226.400
42	52,59	3.534.048	1.680.000	si	abrir	1.854.048
43	45,34	3.046.848	1.680.000	si	abrir	1.366.848
44	44,1	2.963.520	1.680.000	si	abrir	1.283.520
45	59,84	4.021.248	1.680.000	si	abrir	2.341.248
46	40,15	2.698.080	1.680.000	si	abrir	1.018.080
47	30,44	2.045.568	1.680.000	si	abrir	365.568
48	30,4	2.042.880	1.680.000	si	abrir	362.880
49	28,25	1.898.400	1.680.000	si	abrir	218.400
50	30,03	2.018.016	1.680.000	si	abrir	338.016
51	31,26	2.100.672	1.680.000	si	abrir	420.672
52	28,31	1.902.432	1.680.000	si	abrir	222.432
53	28,89	1.941.408	1.680.000	si	abrir	261.408
Media	28,09				<b>Total:</b>	<b>16.935.040</b>

Tabla 3

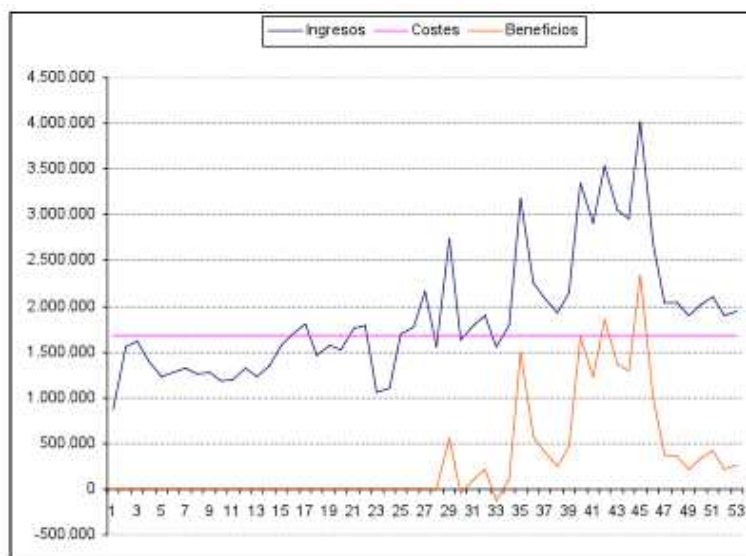


Fig. 2

Al incluir los costes de cierre y reapertura el valor de la opción de cierre temporal será menor que en el caso anterior pero aún así tendrá un valor positivo e igual a:

Beneficios con la opción: 16.935.040 \$

Beneficios sin la opción: 11.018.784 \$

Valor de la opción: 5.916.256 \$

#### 4. LA OPCIÓN DE ABANDONO

Esta opción proporciona a su propietario el derecho a vender, liquidar, cerrar (abandonar, en suma) un proyecto determinado a cambio de un precio.

Este tipo de opciones, aparece en muchos tipos de negocios. Por ejemplo, los capitalistas-riesgo<sup>4</sup> cuando comprometen una determinada cantidad de dinero en una nueva empresa lo suelen hacer por etapas, lo que les permite mantener la opción de abandonar el proyecto en cuanto consideren que su futuro es bastante oscuro. De hecho, la principal razón de racionar el dinero invertido a través de su reparto por etapas es precisamente el mantenimiento de la opción de abandono.

O, por ejemplo, las empresas que intentan ingresar más, a base de ofrecerles a sus clientes la opción de abandono de sus compromisos, tendrán que comparar los mayores ingresos esperados contra el valor de las opciones de abandono entregadas (por ejemplo, Airbús y Boeing conceden a sus clientes opciones de abandono); lo que se suele volver contra la empresa en épocas de recesión porque los clientes ejercen sus opciones de abandono justo cuando más necesidad tiene la empresa de vender.

<sup>4</sup> Véase por ejemplo, MASCAREÑAS, Juan (2008): "Valoración de una inversión en capital-riesgo mediante opciones reales. Estudio de un caso". *Revista Española de Capital-Riesgo*. nº 2. Págs: 3-16



Las *cláusulas de escape* son la forma más directa de construir opciones de abandono porque crean una flexibilidad operativa de forma contractual con otras partes implicadas en el proyecto. Los contratos con suministradores pueden tener una base anual y no a largo plazo, o los empleados pueden ser contratados mediante contratos temporales en lugar de indefinidos. Evidentemente, hay un coste en la creación de esta flexibilidad pero los beneficios pueden ser grandes, sobre todo en los negocios más arriesgados o volátiles.

La existencia de una valiosa opción de abandono aumenta el deseo de invertir en un proyecto (lo mismo que una valiosa opción de reinvertir reduce las ganas de abandonar). Así, si al estudiar la realización de un proyecto de inversión o un negocio sabemos que una vez iniciado va a ser muy difícil o muy caro poder abandonarlo si las cosas van mal, probablemente renunciaremos a realizarlo salvo que los rendimientos esperados sean muy golosos y el riesgo asociado sea más bien pequeño.

Otro ejemplo de opción de abandono es la propia definición de Sociedad Anónima o Limitada donde los accionistas sólo responden por el dinero puesto en la empresa, de tal forma que si llegado el caso, las deudas de la empresa superan el valor del Activo los accionistas ejercerán su opción de abandono y dejarán lo que quede de la empresa a los acreedores<sup>5</sup>.

Por todo ello, la opción de abandono tiene un efecto económico sobre las decisiones empresariales y, por lo general, no debe valorarse aisladamente. El valor de la opción de abandono aumenta:

- a) Cuanto mayor sea la incertidumbre sobre el valor futuro del negocio
- b) Cuanto mayor sea la cantidad de tiempo de que se dispone para ejercer dicha opción
- c) Cuanto mayor sea la relación entre el valor de abandono del proyecto (su valor de liquidación) respecto de su valor terminal o residual (valor actual de los flujos de caja libres restantes).

El precio de ejercicio o valor de liquidación de la empresa o proyecto puede ser constante si así se ha especificado en un contrato previo pero, lo normal, es que sea variable lo que dificulta su estimación *a priori*. Además, el mero abandono implica unos costes de cierre o liquidación, claro que éstos pueden ser el elemento de comparación con el valor de la decisión de abandonar de tal manera que sólo si éste último supera a aquél se dejará el negocio.

La opción de abandono proporciona un valor mínimo al proyecto, valor que no tiene porqué depender del valor del propio proyecto. Existe el riesgo de duplicar el efecto de las opciones de abandono porque, a veces, se sobreponen las áreas de ejercicio y/o los beneficios. En particular, puede ser incorrecto añadir los flujos de caja de una opción de abandono (aisladamente considerada) a la valoración de un proyecto que ya ha tenido en cuenta uno o más valores mínimos.

---

<sup>5</sup> Sobre este caso en particular véase MASCAREÑAS, Juan (2007): "Las acciones ordinarias como opciones sobre el Activo de la empresa". *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas* nº 15. Descargable en <http://www.ucm.es/info/jmas/monograf.htm>



## 5. EJEMPLO DE OPCIÓN DE ABANDONO

Los directivos de Texpaña SA, una compañía de confección y distribución de textiles, han encargado a unos analistas externos que valoren su empresa. Éstos han utilizado el método del flujo de caja descontado para estimar su valoración obteniendo un valor actual medio de unos 135 millones de euros sujetos a una variación –medida por la desviación típica de los rendimientos- del 33,5%.

El director financiero de Texpaña no está de acuerdo con la valoración porque en ningún momento nadie les ha preguntado por el valor de liquidación de los activos fijos de la empresa (en especial los inmuebles propiedad de la empresa), que en su opinión, después de analizar los precios de mercado, cree que ahora mismo valen unos 70 millones de euros y que cada año que transcurre dicho valor puede ascender una tasa media del 15%. Esta es una opción de abandono porque si el valor de los flujos de caja descontados de Texpaña, en algún momento futuro del tiempo, está por debajo del valor de su liquidación (en este caso lo supondremos igual al valor de los inmuebles), la empresa procederá a liquidar sus operaciones y activos obteniendo un valor superior al que proporcionarían sus flujos de caja.

Lo primero que hace el director financiero de Texpaña es trazar el árbol binomial de los valores actuales de los flujos de caja libres que se espera genere la empresa en el futuro, junto con la evolución prevista del valor de los inmuebles (ver figura 3). El horizonte del análisis será de cinco años y el tipo de interés sin riesgo es del 3% anual.

$$U = e^{\sigma} = e^{0,335} = 1,398$$

$$D = 1/U = 0,715$$

$$r_f = 3\%$$

En el momento en que el valor de liquidación supere al VA de los flujos de caja libres de la empresa, ésta será liquidada y, por tanto, el valor de liquidación sustituirá a aquél. De tal manera que si a fines del segundo año el VA fuese de 69,08 millones de euros Texpaña liquidaría sus activos recibiendo 92,58 millones de euros<sup>6</sup>. A partir de este instante, ya no tienen sentido las flechas que parten de este nodo porque la empresa ya no existe (a los efectos del analista). En la figura 4 aparecen los valores de estas decisiones. Se puede apreciar como hay tres situaciones (años 2, 3 y 5) en las que se procederá a liquidar la compañía.

Seguidamente se calculan las probabilidades neutrales al riesgo para poder estimar el valor de la empresa en la actualidad incluyendo el valor de la opción de abandono:

$$p = \frac{(1+r_f) - D}{U - D} = \frac{1,03 - 0,715}{1,398 - 0,715} = 0,4612; \quad 1-p = 0,5388$$

<sup>6</sup> El valor de liquidación en el año 2 será igual a  $70 \times (1,15)^2 = 92,58$  millones de euros.

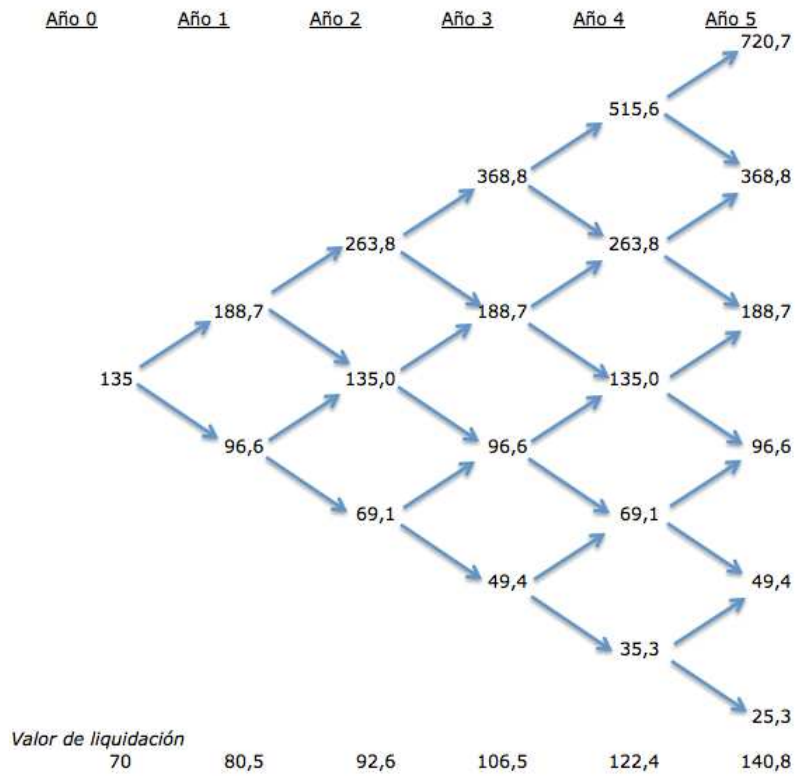


Fig. 3

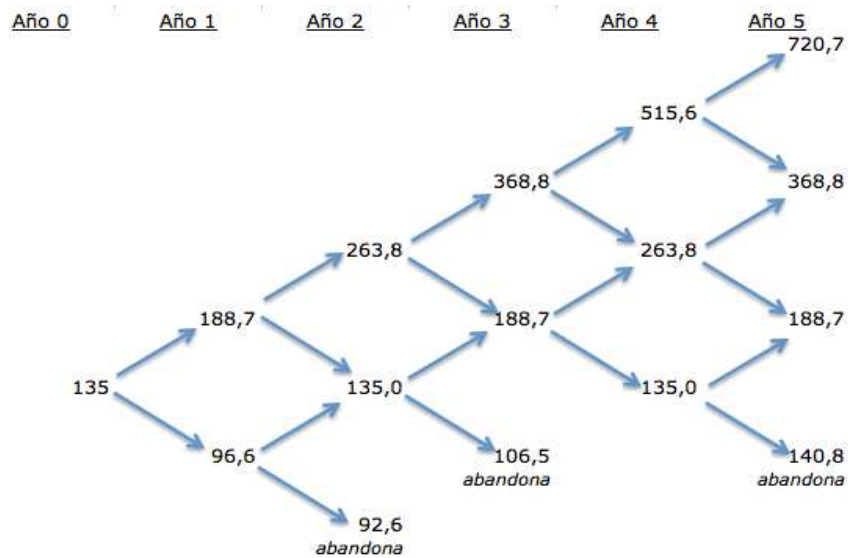


Fig.4

Seguidamente nos moveremos de derecha a izquierda e iremos calculando el valor actual en cada nodo (figura 5). Así, por ejemplo,

$$E_4^{++++} = \frac{(720,7 \times 0,4612) + (368,8 \times 0,5388)}{1,03} = 515,6$$



$$E_4^{+++} = \frac{(188,7 \times 0,4612) + (140,8 \times 0,5388)}{1,03} = 158,1$$

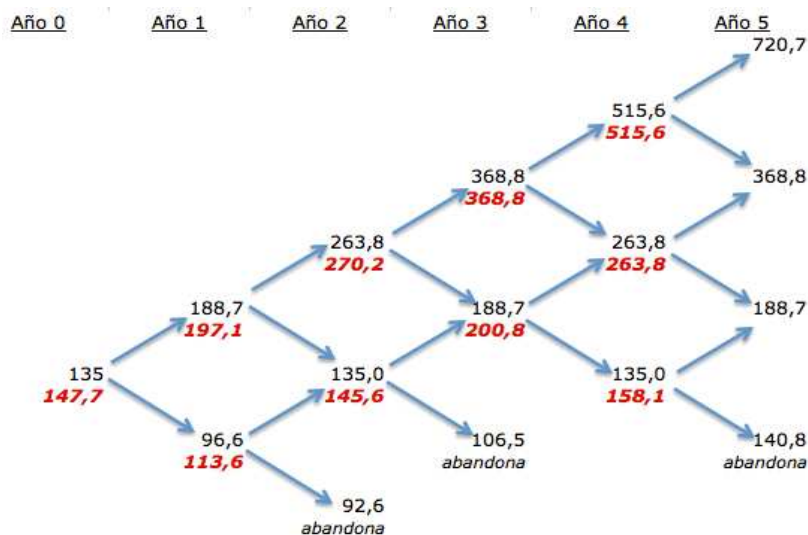


Fig. 5

$$E_1^+ = \frac{(270,2 \times 0,4612) + (145,6 \times 0,5388)}{1,03} = 197,1$$

$$E_1^- = \frac{(145,6 \times 0,4612) + (92,6 \times 0,5388)}{1,03} = 113,6$$

$$E_0 = \frac{(197,1 \times 0,4612) + (113,6 \times 0,5388)}{1,03} = 147,7 \text{ mill. } \text{€}$$

Si el valor de Texpaña con la opción de abandono es igual a 147,7 millones de euros<sup>7</sup> y su valor sin contar con ella es de 135 millones, el valor de dicha opción de abandono será igual a:

$$\text{Opción de abandono} = 147,7 - 135 = 12,7 \text{ millones } \text{€}$$

El valor de la decisión de abandonar también será 12,7 millones de euros, de tal manera que si el valor actual de los costes de cierre y liquidación superasen dicha cantidad no interesaría liquidar la empresa (al menos en los próximos cinco años).

<sup>7</sup> Recuerde que en el ejemplo sólo hemos considerado cinco años pero en la vida real serían muchos más por lo que el valor de la empresa sería aún mayor.



## BIBLIOGRAFIA

- AMRAN, Martha y KULATILAKA, Nalim (1999): *Real Options*. Harvard University Press.
- BOER, F. Peter (2002): *The Real Options Solution*. John Wiley. Nueva York.
- BRACH, Marion (2003): *Real Options in Practice*. John Wiley. Nueva York.
- COPELAND, T., ANTIKAROV, V. (2003): *Real Options. A Practitioner's Guide*, Cengage Learning, Nueva York.
- DAMODARAN, Aswath (2002): *Investment Valuation*. John Wiley. Nueva York (2ª ed.)
- GUTHRIE, Graeme (2009): *Real Options in Theory and Practice*. Oxford University Press. Oxford.
- MASCAREÑAS, Juan (1999): *Innovación Financiera. Aplicaciones para la gestión empresarial*. McGraw Hill. Madrid.
- MASCAREÑAS; Juan; LAMOTHE; Prosper; LÓPEZ, Francisco y De LUNA, Walter (2004): *Opciones Reales y Valoración de Activos*. Pearson. Madrid
- SHOCKLEY, Richard (2007): *An Applied Course in Real Options Valuation*. Thomson South-Western, Mason (Ohio)
- TRIGEORGIS, Lenos (ed.) (1995): *Real Options in Capital Investments*. Praeger. Westport (Conn).

## EJERCICIOS

**1º.** Un proyecto cuyo horizonte temporal es de dos años se vende al término de los mismos por su valor en ese instante. Requiere un desembolso inicial de 155 millones de euros. Su valor actual medio es de 150 millones con una volatilidad anual del 30% y un coste medio ponderado del capital del 12% anual. En cualquier momento a lo largo de los dos próximos años es posible vender el proyecto por 140 millones. El tipo de interés sin riesgo es del 5% anual.

- ¿Recomendaría usted la realización de este proyecto?
- ¿Cuánto vale la opción de abandono?
- ¿Cuándo se podría ejercer la opción de abandono?
- ¿Se podría realizar el proyecto sin la opción de abandono?

**2º.** Una empresa de fabricación de equipos alquila su uso a sus clientes mediante un contrato no cancelable. El valor actual esperado de las operaciones para un cliente determinado es de 15 millones de euros sujetos a una volatilidad anual para los próximos cinco años del 30%. El contrato de alquiler es por 12 años al final de los cuales el equipo estará inservible y el valor de las operaciones será nulo.

El proyecto de inversión de este cliente no genera un flujo de caja positivo durante los primeros tres años. El pago anual del alquiler son dos millones de euros y se comienza a pagar al final del tercer año hasta el doce. El cliente ha preguntado a la empresa por la posibilidad y el precio de adquirir una opción de cancelación al término del segundo año de alquiler. El coste del capital para el cliente es el 12% anual y la tasa de interés sin riesgo es del 5% anual. ¿Cuánto vale la opción de cancelación para el cliente?.



**3º.** Una empresa está negociando un alquiler para una nueva instalación. El valor actual estimado de la operación es de 20 millones de euros con una volatilidad anual del 30%. El alquiler implica un pago anual de 2,5 millones a largo de diez años y comenzando al final del tercero. A la empresa se le ofrecen dos opciones de cancelación.

- a) La primera permite a la empresa cancelar el alquiler sin coste al final del segundo año a cambio del pago de un millón de euros ahora mismo.
- b) La segunda permite cancelar el alquiler sin coste y en cualquier instante hasta el final del tercer año a cambio de pagar ahora mismo 3,2 millones de euros.

Sabiendo que el tipo de interés sin riesgo es del 5% anual, ¿cuál es la mejor opción?.

**4º.** Una empresa quiere invertir en un nuevo equipo. La tasa sin riesgo es el 5% anual. El equipo directivo está considerando cuatro alternativas:

- a) Invertir 10 millones en una tecnología no flexible que posee un VA estimado de 12 millones con una volatilidad del 15% anual.
- b) Mediante una inversión adicional de 200.000€ la empresa puede adquirir tecnología con la opción de reducir la operación un 30%, en cualquier momento, a cambio de ahorrar 4 millones.
- c) De forma alternativa la empresa puede invertir 300.000€ y ampliar el equipo, lo que le permitiría detener el proyecto en cualquier instante y reutilizar la instalación con un VA de 11 millones.
- d) Se pueden invertir 400.000€ adicionales y adquirir tecnología con ambas opciones

¿Qué tecnología debería elegir la empresa? (Realice los cálculos para un horizonte temporal de dos años)

**5º.** Una empresa se plantea cómo entrar en un mercado extranjero. Puede establecerse desde cero construyendo su propia instalación o bien puede adquirir una empresa local en los próximos dos años.

- a) El valor actual esperado de la primera alternativa es de 45 millones de euros con una volatilidad del 30% anual y siendo la inversión requerida de 43 millones. La empresa cree que puede vender esta filial por 20 millones de euros en los próximos dos años.
- b) El valor actual esperado de la empresa local es de 35 millones de euros con una volatilidad anual del 25%. El precio de adquisición para los próximos dos años se espera que ronde los 40 millones.

Sabiendo que el tipo de interés sin riesgo es del 5%, ¿qué debería hacer la empresa?. ¿Su elección cambiaría si la opción de venta de la empresa filial no existiese?. ¿Cuál sería la elección óptima si el mercado se estabilizase y la volatilidad de ambas alternativas cayese hasta el 5%?