



El modelo de opción real de esperar o diferir

**Toma de decisiones
mediante opciones reales
sobre valoración de una
empresa.**



Tenemos la opción de esperar o diferir la inversión hasta una fecha posterior. Es decir, esperar hasta que la incertidumbre se resuelva o decidir, el siguiente curso de acción después. Invertir en el proyecto solo si las condiciones del mercado indican un buen escenario o decidir abandonar, el proyecto si la condición del mercado es similar a los escenarios nominales o en el peor de los casos, ya que ambos soportan VPN negativos.

Opción de esperar I (estrategia pasiva de esperar y ver)

Se decide esperar un año para realizar la inversión, suponemos que recopilamos información necesaria para analizar si dentro de ese marco de tiempo se decide si ejecuta o no el proyecto en ese momento.

Se tiene el siguiente proyecto invertir \$200 millones hoy; que espera obtener el Clash Flow periódico en 5 años como se describe.

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Cash Flow	\$ 45,0	\$ 54,0	\$ 105,0	\$ 120,0	\$ 165,0

Si la tasa descuento es del 20% determine cual es beneficio total del proyecto.

Solución

La opción de invertir es.

\$ millones						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión Inicial	\$ 200					
Cash Flow		\$ 45,0	\$ 54,0	\$ 105,0	\$ 120,0	\$ 165,0
Tasa Descuento	20%					
VPN	\$ 59,94					

Con un valor presente neto (VPN) Positivo del \$59.94, se tiene que invertir hoy es viable y se obtendría ese flujo de beneficios periódicos durante cinco años invirtiendo \$200 millones. Sin embargo, se tiene la demanda del mercado se presenta lenta lo que la gerencia podría tomar la decisión de abandonar el proyecto.

¿Qué pasa si espera un año, la inversión?

La nueva situación sería la siguiente.

Esperar 1 año							
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6
Inversión Inicial							
Cash Flow		-200	\$ 45,0	\$ 54,0	\$ 105,0	\$ 120,0	\$ 165,0
Tasa Descuento	20%						
VAN	\$ 49,95						

Al aplazar un año la decisión de invertir en el proyecto su van es de \$49.95 disminuye el valor total de los beneficios. El VAN se relaciona a los flujos de ingresos y egresos y se valora en \$49.95, el costo de esperar pasivamente por la toma decisiones es de \$9.99 millones.

¿Qué pasa si se espera mientras se realiza la siguiente estrategia?

la gerencia decide, seguir la estrategia realizar una investigación de mercado para ver las perspectivas de la demanda. La investigación de mercado vale \$ 5 millones; la cual se iniciaría en 6 meses, para obtener información confiable, la empresa ahorra tiempo adicional sin esperar a que el mercado se revele.

El horizonte del proyecto varia ahora la inversión se hace dentro de 6 meses el flujo de caja sería.

	Año 0,5	Año 1,5	Año 2,5	Año 3,5	Año 4,5	Año 5,5
Cash Flow		-200	\$ 45,0	\$ 54,0	\$ 105,0	\$ 120,0
Tasa Descuento	20%	-182,57	34,23	34,23	55,47	52,83
VAN	\$ 54,72					

El VAN de la decisión de esperar invertir dentro de 6 meses es de \$54.72 menos la inversión de los \$5.0 millones de la investigación de mercados se obtiene un valor total de \$49.72 millones. Es desmejorado al valor de esperar un año para la inversión en \$0.23 millones.

Surge la siguiente pregunta ¿A qué precio la investigación de mercado sería igual la primera opción de espera con la segunda opción de espera? Establecer la diferencia entre \$ 59,94 millones y \$ 49,72 millones nos indicaría, la reducción en el costo de la investigación de mercado; la cual sería de \$ 5 millones a \$ 4,77 millones.

En otras palabras, la cantidad máxima que la empresa debe pagar por la investigación no debe superar los \$4,77 millones; de lo contrario, es mejor seguir la estrategia pasiva y esperar un año.

Caso I

Opción de Ampliar

Suponga que una empresa en crecimiento tiene una valoración estática de la rentabilidad futura utilizando un modelo de flujo de efectivo descontado (es decir, se encuentra que el valor presente de los flujos de efectivo futuros esperados descontados a una tasa de descuento ajustada al riesgo de mercado apropiada) es de \$400 millones. Con la simulación de Monte Carlo, calcula que la volatilidad implícita de los rendimientos logarítmicos de los flujos de efectivo futuros proyectados es del 35 por ciento. Se encuentra que la tasa libre de riesgo de un activo libre de riesgo durante los próximos cinco años rinde 7 por ciento. Suponga que la empresa tiene la opción de expandir y duplicar sus operaciones adquiriendo a sus competidores por una suma de \$250 millones, en cualquier momento durante los próximos cinco años. ¿Cuál es el valor total de esta empresa suponiendo que tenga en cuenta esta opción de expansión?

Solución

Valor presente del subyacente (**S**) **VPN = \$400** millones

Desembolso para requerir el activo Precio del ejercicio (**X**) = **\$250** millones

Volatilidad Implícita **$\sigma = 35\%$**

Plazo del vencimiento **$t = 5$ años**

Tasa libre de riesgo **$R_f = 7\%$**

Variación del tiempo = **$\Delta t = 1$**

El valor del activo sigue dos posibles rutas al alza (u) y a la baja (d) cada instante Δt de tiempo, asociado a una probabilidad neutral al riesgo lo que se actualiza a una tasa libre de riesgo.

Los factores u y d son parámetros relacionados a la volatilidad σ a una longitud de tiempo de $[T-t]$ así.

$$u = e^{\sigma\sqrt{T-t}} \quad d = \frac{1}{u}$$

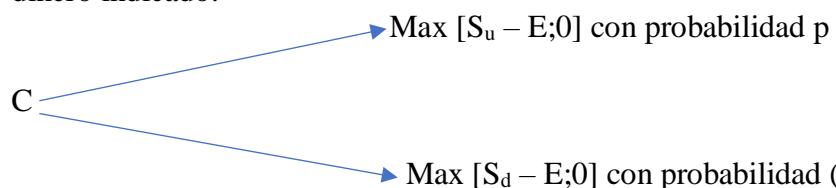
La probabilidad neutral al riesgo p esta relacionada a la libre de riesgos y se calcula de la siguiente forma.

$$p = \frac{e^{r\Delta t} - d}{u - d}$$

La construcción del árbol de la binomial se parte del precio actual del flujo de caja y este se multiplica por el factor del alza u y de la baja d obteniendo uS_t y dS_t y se repite hasta tantos pasos de tiempo se desee.

El árbol de la opción se construye de atrás hacia adelante es decir de los nodos finales tomando en cada rama la opción americana o solo en la rama final la opción europea.

La decisión de ejercer la opción se toma teniendo en cuenta si está en el dinero o fuera del dinero indicado.



La decisión de escoger el máximo entre el valor que tiene el subyacente en el $t=1$, y el precio del ejercicio X y el valor de la opción es la ponderación de las ramas por su probabilidad de ocurrencia.

$$u = (e^{0.35*\sqrt{1}}) = 1.41906 \quad d = 1/u = 1/1.41906 = 0.704688$$

la probabilidad p se obtiene reemplazando en la formula anterior.

$$p = \frac{e^{0.07*1} - 0.704688}{1.41906 - 0.704688} = 51.49\%$$

Factor de descuento es el siguiente.

$$FD = e^{-r\Delta t} = e^{-0.07*1} = 0.9324$$

Tenemos definidos los parámetros necesarios, en la construcción del árbol se tiene que cada año constituye un paso en el árbol luego como se tiene un vencimiento de 5 años para aplicar la compra de los competidores, decisión que se tomaría mediante la siguiente expresión entre expandir o continuar es.

$$\text{Max}[2 * (S_u^5) - 250]$$

En los valores intermedios del árbol se tiene la siguiente expresión matemática para decidir ante en alza o la baja de un precio, maximizar entre expandir o manteniendo la opción abierta.

$$[p * S_u + (1 - p) * S_d] * \exp(-r\Delta t)$$

Como el valor a través del FCD es \$400 para las operaciones actuales existentes el valor de adquirir el competidor es $2*(400)-250 = \$550$ millones

la empresa vale más que su valor estático de \$ 550 millones.

La red del árbol generado es la siguiente.

La decisión que maximiza las ganancias de expandir las operaciones comerciales; es de un valor de \$4353,7 millones.

					\$ 2.301,8
U	1,419067549				\$ 4.353,7
d	0,70			\$ 1.622,1	Expande
P	51,49%			\$ 3.011,1	
1-P	48,51%		\$ 1.143,1	\$ 1.143,1	
Descuento	0,9324		\$ 2.068,8	\$ 2.036,1	
		\$ 805,5	Abre	\$ 805,5	Expande
		\$ 1.408,4		\$ 1.377,9	
		\$ 567,6	Abre	\$ 567,6	
		\$ 950,9		\$ 885,3	
	\$ 400,0	Abre	\$ 400,0	\$ 400,0	Expande
	\$ 638,3		\$ 607,5	\$ 566,9	
Valor Prima	Abre	\$ 281,9	Abre	\$ 281,9	
\$ 238,30		\$ 401,9		\$ 368,9	
	Abre	\$ 198,63	Abre	\$ 198,6	Expande
		\$ 243,7	Abre	\$ 213,9	
			\$ 140,0	\$ 140,0	
			\$ 147,3	\$ 140,0	
			Abre	\$ 98,6	Continuar
				\$ 98,6	
				Abre	\$ 69,5
					\$ 69,5
					Continuar

Valor Combinado	\$ 638,3
Valor Estático	\$ 550
Valor Flexibilidad	\$ 88,3
El valor real de la opción vale	16,1%

Al observar el resultado de la red donde el valor es de \$638.3 millones de la opción donde la prima por expandir la empresa es de \$(638.3 – 400) \$238.3 millones.

Ahora el valor estático de la opción es de \$550 millones obtenido de adquirir el competidor sin la flexibilidad.

La flexibilidad de expandir la empresa después de los 5 años es de \$(638.3 – 550) es de \$88.3 millones; lo que valdría la opción de esperar los 5 año para adquirir los competidores. El valor real de la opción es del 16.1% con flexibilidad en relación a la estática.

Caso II Opción Abandono

Esta opción hace referencia a la situación, en la que se compra la empresa, pero, si en el futuro y dentro del plazo de la opción la empresa adquirida no logra la valoración esperada. Se procede a ejecutar la opción de abandonarla. Esto implica el caso de una inversión con alto grado de incertidumbre acerca de su funcionamiento, por lo cual no se puede descartar la posibilidad de abandonar la inversión.

Supongamos que, mediante el modelo de flujo de efectivo descontado tradicional, se encuentra que el valor presente de los flujos de efectivo futuros esperados descontados a una tasa de descuento adecuada ajustada al riesgo de mercado es de \$500 millones.

Se establece una cláusula en el contrato por el valor del 50% de la venta si se abandona o desiste de la compra.

La madurez de la opción es de 5 años, la tasa libre de riesgo es del 5%; la volatilidad implícita de los rendimientos logarítmicos de los flujos de efectivos futuros es del 30%, ¿Cuánto vale la flexibilidad para la empresa ante la posibilidad de abandonar el negocio?

Solución

Valor presente del subyacente (**S**) **VPN = \$500** millones

Desembolso para requerir el activo Precio del ejercicio (**X**) = **\$250** millones

Volatilidad Implícita $\sigma = 30\%$

Plazo del vencimiento $t = 5$ años

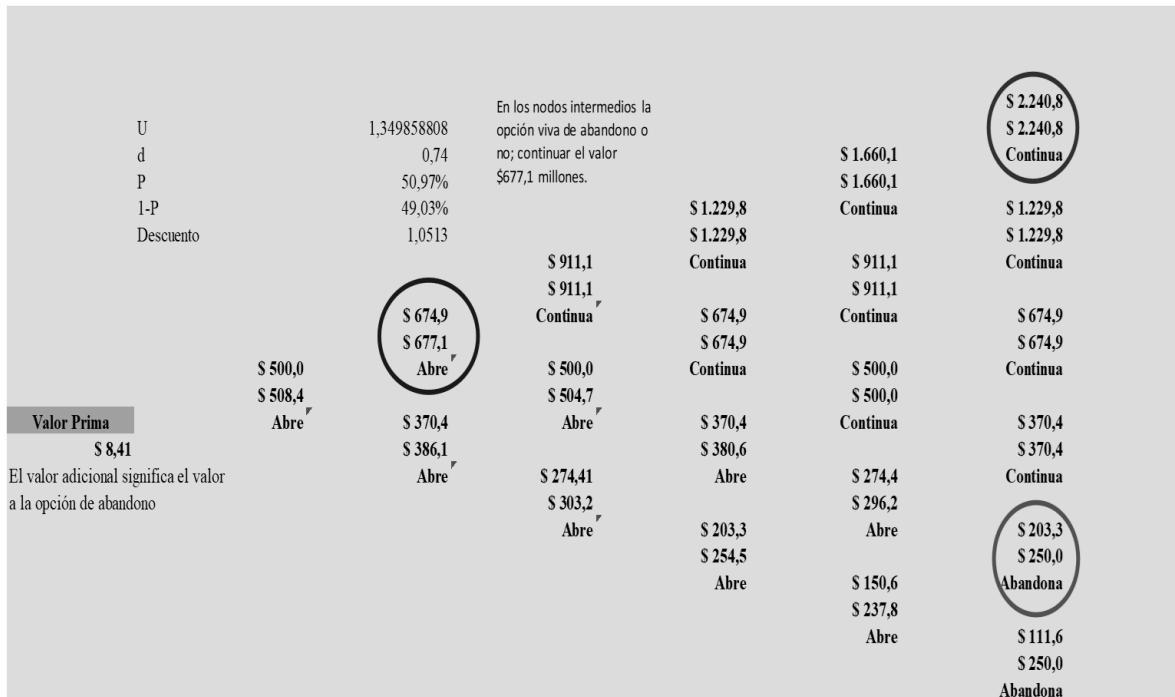
Tasa libre de riesgo $R_f = 5\%$

Variación del tiempo = $\Delta t = 1$

Cálculos parámetros

u	1,349858808
d	0,74
P	50,97%
1-P	49,03%
Descuento	1,0513

La decisión que maximiza las ganancias es continuar el negocio; por lo tanto, se tiene el valor de \$ 2240,8 millones.



valor de maximización de ganancias de ese nodo se convierte en el valor de abandono de \$250 millones

Como resultado de la aplicación del Árbol binomial, se obtiene un valor de opción de \$508.41 millones. Luego, con ese valor de opción y el valor presente del activo subyacente, se calcula el valor de la prima [500-508.41] \$8.41 millones que pagaría la empresa compradora por el derecho a tener la opción de abandonar el negocio. Lo cual nos indica que ese tipo de opciones no son negociables, por lo que se interpreta, como el valor que le agrega al VPN de

la empresa compradora al adquirir la empresa y ejerce la opción de abandono. Se puede decir también que la valoración estática es de \$500 millones más 8,41 millones es la flexibilidad que posee el negocio de los 5 años, para decidir si continua con él o lo abandona.

Escenario 1 Modelo de valoración con opciones reales

Supongamos que un inversionista está interesado, en la adquisición de la empresa Distribuidora de huevos PePe S.A. para el cual solicita se realice un estudio de valoración para tomar la decisión de comprar o desistir del negocio. Los estudiosos de esta modalidad realizan la recolección de la información sobre la empresa.

La empresa es joven en el mercado de la distribución de huevos, artículo de primera necesidad en la canasta familiar y con una alta competencia en esta modalidad de negocio en el sector. Elaborada la valoración estática del modelo del flujo de caja libre se encontró el valor de la empresa operacional es de \$11.543.312.983

Con la simulación de Monte Carlo se encuentra que la volatilidad implícita en los flujos de efectivo a futuro es de 48.75% a una tasa libre de riesgo del 5%.

Si abandona el negocio se fija una cláusula destrate del 50% del valor venta de la empresa. La fecha de vencimiento de la opción es de 7 años.

¿Cuánto es el valor de la flexibilidad de la opción de realizarse el negocio?

Solución

Parámetros necesarios para aplicar el modelo de opciones reales binomial.

Concepto		Formula	Valor
Factor descuento		$e^{r\Delta t}$	0,9523810
Número de años	T		7
Numero de pasos	n		7
Factor alza	u	$u = e^{\sigma*\sqrt{\Delta t}}$	1,62824053
Factor baja	d	$e^{-\sigma*\sqrt{\Delta t}}$	0,614159876
Probabilidad riesgo neutral a subir	p	$\frac{(e^{r\Delta t} - d)}{u - d}$	43,10%
Probabilidad riesgo neutral a bajar	1-p	1-p	56,90%
Probabilidad implícita de ascenso	P	$\frac{1 + R_f - d}{u - d}$	42,98%
Probabilidad implícita de descenso	1-P	$\frac{u - (1 + R_f)}{u - d}$	57,02%
Tasa libre de riesgo	r	Ln(x)	4,88%

Una vez realizada la definición de todos los parámetros se define.

El valor presente del subyacente = VPN = \$11.543.312.983

El valor del ejercicio (X) = \$5.772.176.275

Volatilidad = 48.75%

Tasa libre de riesgo = 5%

Delta tiempo = 1

Máximo entre el valor de rescate del abandono o la continuación = Max[X; S]

Máximo entre el valor de rescate de abandono o mantener abierta la opción = $[p * S_u + (1 - p) * S_d] * \exp(-r\Delta t)$.

La decisión que maximiza las ganancias de continuar el desarrollo; se tiene el valor de \$ 350,267,211,962 millones.

En los nodos intermedios la opción viva de abandono o no; continuar el valor es de \$50.075.690.425 millones.

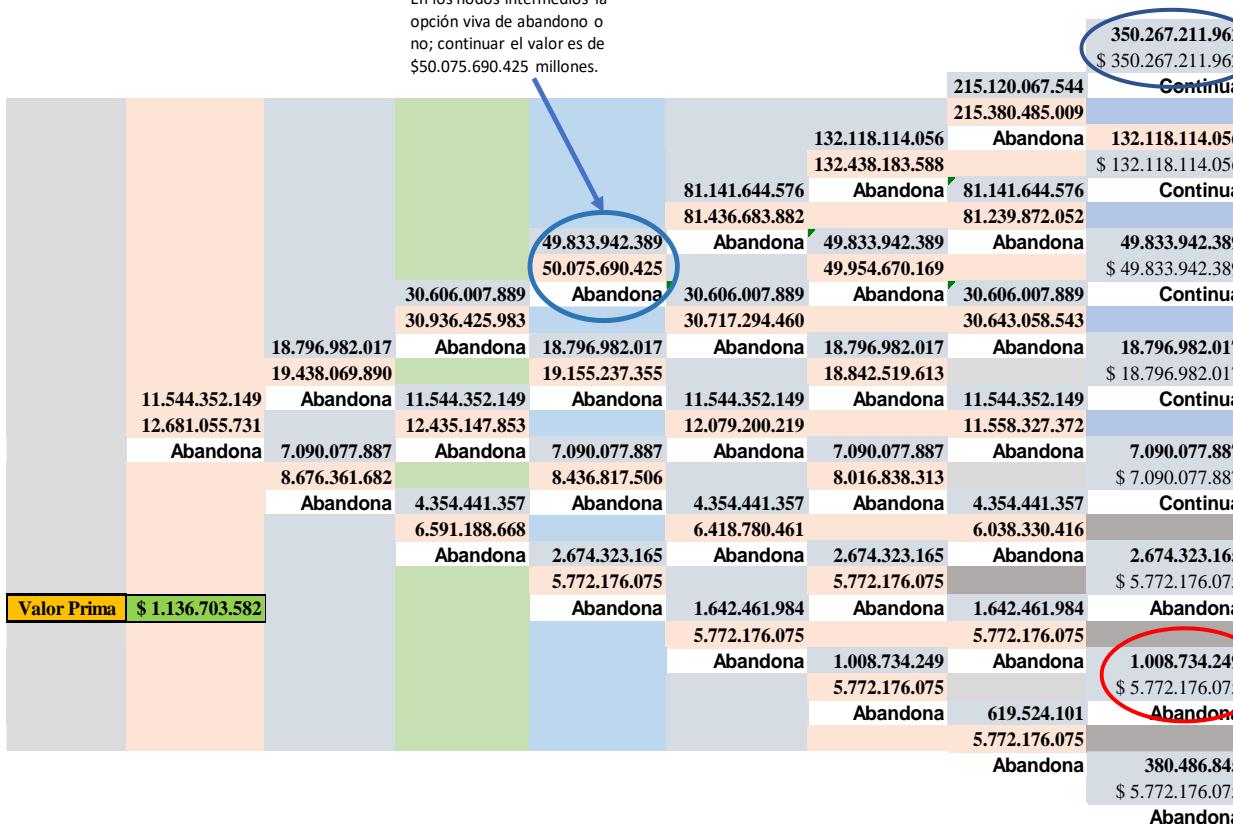


Figura No 1 Árbol generador de decisiones
Fuente. Elaboración propia

El valor en círculos del nodo terminal en el margen derecho superior revela un valor de \$350.267.211.962 millones valor que se obtiene de la Maximización de la expansión de continuar

Análisis

Al realizarse la compra hoy y tener la opción de administración teniendo en cuenta las condiciones económicas y de mercado de la empresa vale más que su valor estático de \$11.544.352.149 que es el valor VPN sin flexibilidad y el valor combinado es de \$12.681.055.731 conteniendo el VPN y la flexibilidad o valor total real de la opción es la diferencia. El valor de la Flexibilidad \$ 1.136.703.582 llamada también la prima. El valor real de la opción equivale el 9.85% adicional de las operaciones comerciales existentes. Al no utilizarse las opciones reales la empresa estaría subvalorada porque tiene una opción estratégica de comprar el negocio a abandonarlo, pero no la obligación de hacerlo.

Realizadas las dos valoraciones tanto estática, como de la modalidad de opciones reales se tiene que el negocio, es viable realizarlo y que las predicciones del modelo son garantía de seguridad para que el inversionista invierta su capital ante las perturbaciones que pueda presentar el mercado.

Este valor de la opción es la prima que pagaría el inversionista por el derecho a tener la opción de abandono, el cual es \$1.136.703.582 millones, como es no negociable se agrega al valor de VPN para ejercer la opción de abandono o desistir del negocio. Es la flexibilidad que posee el negocio a los 7 años para aceptar o desistir de la compra.

En la figura No 1 en el nodo terminal se encuentra encerrado en un círculo que revela el valor de \$350.267.211.962 valor que se puede obtener al maximizar la opción de abandono frente a continuar. Al final de los siete (7) años la empresa tiene la opción de vender o pagar el valor del destrato o continuar distribuyendo los productos. Hay que tener en cuenta que el inversionista escogerá la estrategia que maximice la rentabilidad del capital.

El valor de abandonar de acuerdo a la cláusula del destrato es de \$5.772.176.275, el valor de continuar con la empresa es de \$350.267.211.962 la decisión que maximiza la ganancia es continuar. En el nodo rojo se tiene la decisión en ese momento de abandono es de \$5.772.176.275 en comparación con el de \$1.008.734.249. La decisión en ese nodo es de abandonar el negocio de la empresa y el valor de maximización de ganancia en ese nodo se convierte en abandono cancelando el valor del destrato.

Lo anterior supone que la gerencia de la empresa ejecutara el comportamiento óptimo de la maximización de las ganancias de abandonar el negocio cuando se óptimo hacerlo evitando obsesionarse a este.

En los nodos intermedios en el caso del paso tres la empresa tiene dos opciones; abandonar o no abandonar en ese paso manteniendo la opción abierta y disponible hacia un futuro con la esperanza que la empresa al presentar tiempos prósperos y tenga la opción de abandonar la propuesta de compra.

Teniendo en cuenta que los ajustes al riesgo se hacen sobre las probabilidades del flujo de efectivo de opciones y el descuento se puede realizar utilizando la tasa libre de riesgo (r).

Con el valor de mantener abierta y disponible la opción se utiliza la siguiente expresión matemática $[(P) (\$ 81.436.683.882) (1- P) (\$ 30.717.294.460)] \exp [(- rf)(dt)] = \$50.075.690.425$; este valor es mayor que el valor de abandono \$5.772.176.275; la probabilidad $p = 43.10\%$ y $(1-p) = 56.90\%$ con una tasa de riesgo del 5% y variación del tiempo $\Delta t = 1$, significa que cada intervalo de tiempo de un año con una probabilidad neutral

al riesgo de 43.10%. utilizando la técnica de medición hacia atrás se tiene que el valor nuevo inicial es de \$12.681.051.731 millones. El valor obtenido de la empresa mediante el flujo de caja libre (FCL) es de \$11.544.352.149 la diferencia \$1.136.703.582 millones es el valor adicional por la opción de abandono del negocio.

Escenario 2 de Valoración con Opciones Reales

Supóngase que la empresa Distribuidora de huevos Pepe S.A. en crecimiento, tiene una valoración estática de la rentabilidad futura utilizando un modelo de flujo de efectivo descontado (es decir, se encuentra que el valor presente de los flujos de efectivo futuros esperados descontados a una tasa de descuento ajustada al riesgo de mercado apropiada) es de \$11.544.352.149 millones, Con la simulación de Monte Carlo, calcula que la volatilidad implícita de los rendimientos logarítmicos de los flujos de efectivo futuros proyectados es del 48.75 por ciento. Se encuentra que la tasa libre de riesgo de un activo libre de riesgo durante los próximos siete años rinde 5 por ciento. Suponga que la empresa tiene la opción de expandir y duplicar sus operaciones adquiriendo, a su competidor, por una suma de \$10.000.000 millones, en cualquier momento durante los próximos siete años. ¿Cuál es el valor total de esta empresa suponiendo que tenga en cuenta esta opción de expansión?

Solución

Una Opción Expandir

VPN del activo Subyacente (S)	11.544.352.149
Adquirir Competidor	12.000.000.000
Valor de adquirir el competidor	11.088.704.298
Valor Inversión	\$ 2.269.627.275
Volatilidad	48,75%
Tasa Libre de Riesgo	5,0%
Delta Tiempo	1

¿Cuál es el valor de la empresa?

Como el valor a través del flujo de caja descontado (FCD) es de \$11.544.352.149 millones para las operaciones que actualmente realiza. Adquirir el competidor el valor es de \$12.000.000.000 el valor real de adquirir el competidor es de $2 * (11.544.352.149) - 12.000.000.000$ millones = \$11.088.704.298 millones.

Parámetros necesarios para aplicar el modelo de opciones reales binomial.

Factor de descuento	$e^{r\Delta t}$	
n	7	Número de pasos
T	7	Número de años
u	$u = e^{\sigma * \sqrt{\Delta t}}$	1,62824053
d	$e^{-(\sigma * \sqrt{\Delta t})}$	0,614159876
p	$\frac{(e^{r\Delta t} - d)}{u - d}$	43,10% probabilidad riesgo neutral a subir
q	1-p	56,90% riesgo neutral a bajar

p	$\frac{1 + R_f - d}{u - d}$	probabilidad implícita de ascenso	42,98%
R	4,88%		
1-p	$\frac{u - (1 + R_f)}{u - d}$	probabilidad implícita de descenso	57,02%
factor de descuento	0,9523810		

Una de las formas que utilizo la empresa para obtener la solución es utilizando es la opción de compra estadounidense porque la opción de expandir las operaciones la empresa se puede realizar en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento. En igual forma decidió confirmar el valor del análisis de forma cerrada con el cálculo del árbol binomial.

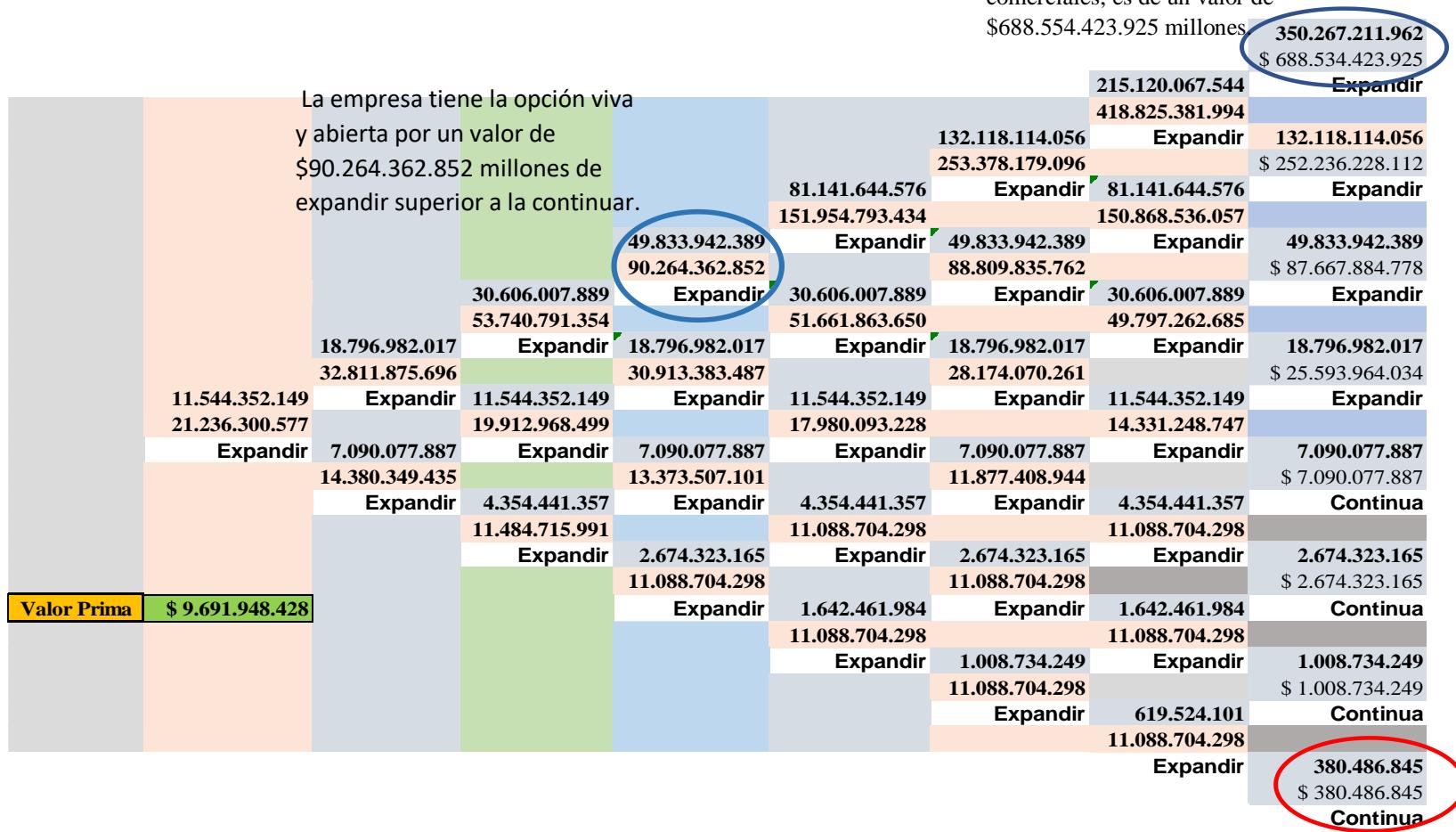


Figura No 2 Árbol generador de decisiones
Fuente. Elaboración propia

La decisión que maximiza las ganancias de expandir las operaciones comerciales; es de un valor de \$688.554.423.925 millones.

350.267.211.962

\$ 688.534.423.925

Expandir

132.118.114.056

\$ 252.236.228.112

Expandir

81.141.644.576

\$ 87.667.884.778

Expandir

49.833.942.389

\$ 25.593.964.034

Expandir

18.796.982.017

\$ 7.090.077.887

Continua

11.544.352.149

\$ 2.674.323.165

Continua

7.090.077.887

\$ 1.008.734.249

Continua

1.642.461.984

\$ 619.524.101

Continua

1.008.734.249

\$ 380.486.845

Continua

La decisión es continuar las operaciones existentes sin expandirse y la máxima ganancia es \$380.486.845 millones.

Valor Combinado	\$ 21.236.300.577
Valor Estatico	\$ 11.544.352.149
Valor Flexibilidad	\$ 9.691.948.427,8
El valor real de la opcion vale	83,95%

\$11.544.352.149 millones es el VPN estático sin flexibilidad, \$9.691.948.427,8 millones es el valor real de las opciones y el valor combinado de \$21.236.300.577 millones es el ENPV (VAN ampliado) o VPN O (VAN con flexibilidad de opciones reales). El valor de la opción equivale la 83.95% del valor de la empresa operacionalmente.

Hay que tener en cuenta que el valor de adquirir y expandir las operaciones de la empresa es Duplicar (2) su capacidad existente.

Análisis

En la opción de expandir a la empresa se tiene que al maximizarla frente a la de continuar la operación como lo viene realizando se tiene. Durante los siete años la empresa tiene la opción de adquirir la competencia y expandir o no sus operaciones existentes.

La gerencia podrá elegir la estrategia que maximice la rentabilidad. El valor de adquirir y expandir sus operaciones es equivalente a duplicar su capacidad existente de \$350.267.211.962 como se muestra en el nodo en la Figura No 2, el valor de adquirir y expandir las operaciones de la empresa es el doble de esta capacidad existente menos los costos de adquisición, o 2 (\$350.267.211.962) - \$12.000.000.000 = \$688.534.423.925 millones.

El valor de continuar con las operaciones comerciales existentes se puede encontrar en la Figura No 2, en el nodo (S0u7) del círculo azul, cuyo valor es \$350.267.211.962 millones. La decisión que maximiza los beneficios de adquirir la empresa competidora por \$12.000.000.000 millones el valor es de \$688.534.423.925 millones de pesos en ese nodo S0u7.

En forma similar, para el nodo terminal S0u7 del círculo rojo en la figura No 2, vemos que el valor de continuar con las operaciones existentes en ese momento es de \$380.486.845 millones, como se ve en la figura No 2. En comparación, al expandir sus operaciones a través de la adquisición, el valor es de solo 2 (\$ 380.486.845) - \$12.000.000.000 = -\$11.239.026.309,12 millones que daría perdidas realizar la expansión bastante significativas. La decisión en ese nodo es continuar con las operaciones existentes sin expandirse, y el valor de maximización de beneficios en ese nodo es de -\$11.239.026.309,12 millones de pesos, valor negativo indicando perdidas. Esto es intuitivo porque el valor del activo subyacente de realizar operaciones comerciales existentes, es tal que, si es muy alto en función de las condiciones actuales del mercado (círculo azul), entonces es prudente duplicar las operaciones de la empresa mediante la adquisición del competidor. De lo contrario, si las circunstancias hacen que el valor de las operaciones de la empresa baje a un nivel tan bajo como lo especifica el nodo en círculo rojo, luego lo más óptimo es continuar con el negocio existente y no preocuparse por expandirse; porque el proyecto indicara perdidas en ese momento.

Analizando los nodos intermedios, vemos que el nodo encerrado en círculo verde, se calcula como \$90.264.362.852 millones. En este nodo en particular, la empresa nuevamente tiene dos opciones, expandir sus operaciones en ese punto o mantener abierta la opción de expandirse para el futuro con la esperanza de que cuando el mercado suba; para que la

empresa tenga la capacidad de ejecutar la opción y adquirir a su competidor. El valor de expandirse en ese nodo es $2 (\$49.833.942.389) - \$12.000.000.000 = \$87.667.884.778$ millones. El valor es expandir, simplemente el promedio ponderado descontado de los posibles valores de opciones futuras utilizando la probabilidad neutral al riesgo.

Como el ajuste del riesgo, se realiza sobre las probabilidades de flujos de efectivo futuros de opciones, el descuento se puede realizar utilizando la tasa libre de riesgo. Manteniendo el valor de la opción viva y abierta, aplicando la siguiente expresión $[(P)*(\$151.954.793.434) (1 - P) * (\$51.661.863.650)]*\exp [(-R_f) * (dt)] = \$90.264.362.852$ millones, superior al valor de la ampliación.

Se supone una tasa libre de riesgo R_f del 5% un paso delta t de 1, una probabilidad P de riesgo a subir de 43.10% y una probabilidad de riesgo a bajar de 56.90% mediante la técnica de inducción hacia atrás se calcula todos los nodos hasta obtener \$9.691.948.423.

El valor de la empresa operacional obtenido mediante el flujo de caja descontado es de \$11.544.352.149 millones, el valor de adquirir el competidor es de \$11.088.704.298 resultado del valor del doble de las operaciones que actualmente realiza menos el costo de adquisición.

De no realizarse la adquisición hoy; sin embargo, contar con una la opción de buena administración, al tenerse una excelente perspectiva económica y de mercadeo para adquirir el competidor en este momento, la empresa vale menos que su valor estático, \$11.088.704.298 sin flexibilidad, \$ 10.147.596.278,8 millones valor real de las opciones, el valor combinado es de \$21.236.300.577 millones, VPN más las opciones reales; indicando el valor total de la empresa. el valor real de las opciones equivale al 91.51% adicionales a las actividades operacionales de la empresa.

Se puede concluir que al utilizar el enfoque de las opciones reales la empresa estaría infravalorada porque se tiene una opción estrategia para expandir sus operaciones actuales, pero no la obligación de hacerla y lo más probable es que no la haga a menos que las condiciones del mercado sean optimas. La empresa se ha protegido ante cualquier posible desventaja si adquiriera el competidor, de una forma inmediata sin tener en cuenta lo que pueda suceder potencialmente en el futuro.

Contar con una opción o mantenerla abierta es interesante ante unas condiciones del mercado bastante inciertas.

Las condiciones de adquisición pueden cambiar en el tiempo y las posibilidades de expandir (duplicar sus operaciones) pueden cambiar en la medida que las condiciones del mercado varían.

