



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
*Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas*

Trabajo Fin de Grado

# **VALORACIÓN CON OPCIONES REALES Y CASOS PRÁCTICOS**

**Alumno: Ana M<sup>a</sup> Martín Ferreres**

**Junio, 2017**

# ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
1.1. ¿Qué es un Trabajo de Fin de Grado? .....	3
1.2. ¿Cuáles son los objetivos a conseguir con mi Trabajo Fin de Grado? .....	3
1.3. ¿Cuál es el tema de mi Trabajo Fin de Grado? .....	4
<b>2. VALORACIÓN DE EMPRESAS CON OPCIONES REALES .....</b>	<b>6</b>
2.1. Valoración con opciones reales vs métodos clásicos de valoración .....	6
2.2. ¿Qué es una opción real?.....	9
2.3. Variables de las opciones.....	10
2.4. Explicación del método de opciones reales.....	12
2.4.1. Metodología de las opciones reales .....	12
2.4.2. Métodos de cálculo de las opciones reales .....	13
2.4.3. Clasificación de las opciones reales.....	14
2.4.4. Utilidad empresarial del análisis con opciones reales.....	23
2.4.5. Problemas de las opciones reales .....	24
<b>3. CASOS PRÁCTICOS .....</b>	<b>26</b>
3.1. Caso práctico de la opción de diferir un proyecto .....	27
3.1.1. Valor actual Neto.....	27
3.1.2. Opción de diferir.....	28
3.2. Caso práctico de la opción de ampliar un proyecto ....	31
3.3. Caso práctico de la opción de abandonar.....	34
<b>4. Conclusiones .....</b>	<b>36</b>
<b>5. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>38</b>

## RESUMEN

La valoración con opciones reales se ofrece como un complemento a los métodos clásicos de valoración, intentando suplir las deficiencias que presentan estos métodos. El principal objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es explicar la valoración con opciones reales y sus ventajas e inconvenientes, al igual que ilustrar en un ejemplo práctico como puede servir de apoyo a la dirección estratégica de la empresa. Para ello, comenzamos exponiendo las diferencias entre este método y los métodos clásicos, para luego seguir profundizando en la valoración con opciones reales comentando su cálculo, tipología y utilidad. En la última parte del trabajo, se presentan tres casos prácticos donde se valoran con este método situaciones que pueden ocurrir en la realidad empresarial. Finaliza el trabajo con conclusiones propias de la valoración con opciones reales y recomendaciones para su uso.

## ABSTRACT

The real option valuation is a complement to the classic methods of valuation, it try to fill the deficiencies that these methods present. The main goal of this final project is to explain the real option valuation and its advantages and disadvantages, as well as to present a practical example on how we can use it to support the strategy management. For this reason, we begin by exposing the differences of these methods with the classical methods and then continue deepening in the real option valuation, displaying the calculation, typology and utility. In the end, three practical cases are presented where situations that can occur in the business reality are evaluated for this method. This project finish with my personal conclusion about the real option valuation and recommendations for its use.

# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. ¿Qué es un Trabajo de Fin de Grado?

Según el artículo 2.1. de la normativa sobre trabajos de fin de grado de la Universidad de Jaén,

*“el TFG supone la realización por parte del estudiante de un proyecto, memoria o estudio en el que se integran y desarrollan los contenidos formativos recibidos, y debe estar orientado a la aplicación de las competencias asociadas al título de grado”*

(Universidad de Jaén, 2015)

## 1.2. ¿Cuáles son los objetivos a conseguir con mi Trabajo Fin de Grado?

Los objetivos que deberé cumplir para obtener una correcta valoración en mi informe son:

- Conocer la metodología de la valoración con opciones reales y su diferente tipología, así como tener el juicio suficiente para elegir la más adecuada para el caso práctico.
- Comprender como se utiliza las opciones reales en la práctica empresarial y ser capaz de desarrollar esta forma de valoración.
- Conseguir valorar de una forma idónea la empresa del caso práctico de tal forma que se ajuste lo más posible a la realidad.
- Sopesar los inconvenientes y los problemas que conlleva la utilización de opciones reales.
- Entender y razonar el resultado de mi análisis y valoración, así como ser capaz de apoyarlo con el conocimiento obtenido.

## 1.3. ¿Cuál es el tema de mi Trabajo Fin de Grado?

El tema de este trabajo se centra en la valoración con opciones reales, por ello en una primera parte explicaré en que consiste este tipo de valoración de empresas, junto a las ventajas que supone frente a los tipos clásicos de valoración. Para justificar su utilidad, en la segunda parte, trasladaré este tipo de valoración a un caso práctico de tal forma que se pueda apreciar sus virtudes y los problemas que conlleva.

Para desarrollar este trabajo, me he valido de mis competencias en temas financieros y empresariales obtenidas gracias al grado de Administración y Dirección de Empresas y complementadas con mi anterior grado de Finanzas y Contabilidad, cursados ambos en la Universidad de Jaén e impartidos por la Facultad de Ciencias Sociales y Jurídicas. De esta forma, en este trabajo desarrollaré las habilidades básicas que me ha aportado el grado y que quedan resumidas las siguientes:

- ✓ *“Poseer y comprender conocimientos básicos generales y los conocimientos del área de la Administración y Dirección de Empresas que se reflejan en libros de texto avanzados”*
- ✓ *“Capacidad de resolución de problemas”*
- ✓ *“Tener capacidad de análisis y síntesis”*
- ✓ *“Derivar de los datos información relevante imposible de reconocer por los no especialistas del área de Administración y Dirección de Empresas”*
- ✓ *“Ser capaz de reunir e interpretar datos e información relevantes en el área de Administración y Dirección de empresas para emitir juicios que incluyan una reflexión sobre temas relevantes de índole social, científica o ética”*
- ✓ *“Ser capaz de redactar informes o documentos relativos al área de Administración y Dirección de Empresas”*
- ✓ *“Ser capaz de transmitir información, ideas, problemas y soluciones a un público tanto especializado en el área de Administración y Dirección de empresas como no especializado”*
- ✓ *“Aplicar conocimientos básicos generales y propios de los profesionales del área de Administración y Dirección de Empresas a la práctica”*

- ✓ *“Poseer competencias propias de los administradores y directores de empresas y que suelen demostrarse por medio de la elaboración y defensa de argumentos y la resolución de problemas”*
- ✓ *“Ser capaz de trabajar de forma autónoma”*
- ✓ *“Poseer motivación por la calidad”*
- ✓ *“Capacidad crítica y autocrítica”*
- ✓ *“Valorar a partir de los registros relevantes de información la situación y previsible evolución de una empresa”*
- ✓ *“Emitir informes de asesoramiento sobre situaciones concretas de empresas y mercados”*
- ✓ *“Ser capaz de modelizar situaciones empresariales”*
- ✓ *“Saber diseñar modelos de apoyo a la toma de decisiones basados en herramientas de base de datos, hoja de cálculo e inteligencia del negocio”*
- ✓ *“Conocer la determinación de los principales indicadores y agregados económicos así como su impacto en las decisiones de la empresa”*
- ✓ *“Ser capaz de elaborar e interpretar la información contable, tanto la financiera, destinada a los usuarios externos, como la interna, destinada al control de gestión y la toma de decisiones”*
- ✓ *“Ser capaz de comprender los distintos tipos de operaciones financieras, tanto en ambiente de certeza, como de riesgo e incertidumbre”*
- ✓ *“Resolver problemas de valoración financiera tanto de decisiones de financiación como de inversión empresarial”*
- ✓ *“Adquirir habilidades y dominar herramientas informáticas aplicadas a gestión financiera/contable”*
- ✓ *“Ser capaz de presentar y defender un proyecto de fin de Grado del área de Administración y Dirección de empresas”*
- ✓ *“Ser capaz de medir, valorar y registrar los hechos económicos-financieros derivados de la actividad de las unidades económicas”*
- ✓ *“Ser capaz de comprender la naturaleza y características de los distintos instrumentos y mercados financieros”*

(Universidad de Jaén)

# 2. VALORACIÓN DE EMPRESAS CON OPCIONES REALES

## 2.1. Valoración con opciones reales vs métodos clásicos de valoración

Basándonos en el trabajo de Fernández (2016), comenzaremos recalcando que existen quejas de los expertos en estrategia hacia las finanzas sobre los métodos de valoración empresarial. Pues faltan herramientas financieras para evaluar las implicaciones estratégicas en proyectos de inversión. En la realidad, las decisiones empresariales se toman basándose en análisis cualitativos, dejando a las finanzas en un segundo apartado por la rigidez que presentan los modelos de valoración de proyectos.

Esto ocurre porque los métodos tradicionales no miden la flexibilidad operativa, es decir, la capacidad que tiene una entidad de aprender y de modificar su comportamiento. La valoración con opciones reales incorpora esta flexibilidad en forma de opción implícita. A continuación, vamos a presentar un ejemplo que ilustra cómo se puede cometer el error de infravalorar un proyecto por no considerar las opciones que tiene la empresa.

Imaginemos que contamos con los derechos de extraer un pozo petrolífero ya desarrollado, es decir, la empresa ya ha incurrido en todos los costes fijos; los costes variables asociados a la extracción de un barril de crudo son de 20€ y el precio del barril hoy en día es de 18€. Si no tuviéramos flexibilidad operativa, si estuviéramos obligados a elegir entre extraerlo o no, sin más opciones, la inversión no sería rentable. Pues los costes variables unitarios superan al precio del barril e incurriríamos en una pérdida de 2€ por barril. Podríamos decir que por el método del VAN se rechazaría la extracción de petróleo.

Pero la empresa cuenta con la opción de decidir no extraer ese año y sí el siguiente, de tal forma que si el precio del barril es superior a 20€ la empresa extraería petróleo, y si está por debajo no lo haría y no incurriría en los costes variables.

Esto se produce porque la realidad no es rígida, no siempre se mantiene el mismo precio de petróleo; además la empresa cuenta con la posibilidad de decidir extraer un año sí y otro no, cuestión que el VAN no tiene en cuenta. Si con el paso de los años el precio del crudo aumenta y la empresa, sólo apoyándose en el VAN, ha decidido no realizar la extracción, habría caído en un error. Así se manifiesta que el VAN es incapaz de medir la posibilidad de no extraer petróleo en los años en los que el precio inferior es al coste variable. El VAN necesita complementarse con la flexibilidad operativa de la empresa, y por esta razón, la opciones reales no están sustituyendo al VAN sino que lo están complementado.

Para continuar con la explicación que apoya la complementariedad de las opciones reales a los métodos clásicos de valoración, en especial a el método de valoración de descuento de flujos de caja; nos apoyaremos sobre el documento de trabajo Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas (Espitia Escuer & Pastor Agustín, 2003), el cual nos explica las deficiencias de los modelos clásicos y como la valoración con opciones reales puede ayudar a superarlas.

Entendiendo la inversión como el acto de incurrir en un coste inmediato, con la esperanza de obtener recompensas futuras (Dixit & Pindick, 1994), nos encontramos con tres obstáculos: el primero es que la inversión es irreversible de tal forma que una vez que la acometemos no podemos revocar esta decisión; el segundo obstáculo es que no existe certeza en el futuro de la inversión; y el tercero es la incertidumbre sobre cuál es el mejor momento para llevarla a cabo. Considerar estos tres aspectos es crucial para la valoración de proyectos empresariales, ya que afecta al futuro valor de la empresa.

La principal deficiencia de los modelos de valoración clásicos es que predicen una serie de flujos de caja que se producirán en el futuro, pero en ningún momento contemplan la posibilidad de que la estrategia de esta inversión pueda cambiar (como hemos observado en el ejemplo anterior). La teoría de dirección estratégica nos enseña que una estrategia es dinámica y que los directivos deben de tener la suficiente capacidad de adaptación al entorno para modificar la estrategia si fuera necesario. Por este motivo, los modelos



clásicos de valoración cometen un gran error en sus estimaciones pues como describe el informe anteriormente citado:

*“Los criterios clásicos no consideran la modificación en las decisiones de inversión conforme se resuelven las fuentes de incertidumbre bajo las que se tomaron las decisiones iniciales, y por tanto no se asigna adecuadamente el valor que de tales decisiones se deriva.”* (Espitia Escuer & Pastor Agustín, 2003)

Como se observa en el ejemplo anterior, cuando las fuentes de incertidumbre se resuelven, (como el precio del petróleo) la empresa puede cambiar su actuación. Es decir, la gestión, el trabajo y la capacidad de adaptación de los directivos a los cambios que se producen en el entorno deber ser medida y valorada.

Basándonos en el texto de Mascareñas et al (2004) sobre esta cuestión, debemos añadir que cuando estimemos el valor de la inversión realizada por una empresa a través del VAN; hay tres supuestos que no tienen en cuenta los modelos de valoración clásicos y que pueden afectar al resultado obtenido:

- a) El primero es la llamada flexibilidad operativa que como hemos explicado antes es la capacidad de los directivos de modificar la gestión de un proyecto, si la situación lo demanda. Esta flexibilidad no queda reflejada en el método del VAN.
- b) La tasa de descuento que utiliza el VAN es conocida y constante, lo que se traduce en que el riesgo de una inversión es el mismo en todas sus etapas, algo que sin duda queda fuera de la realidad, pues la tasa de descuento no es estable ni certera.
- c) La proyección de los valores esperados es poco verídica, ya que existe una gran probabilidad de variación de estos flujos, además se deberían estimar muchos flujos diferentes dependiendo de la situación que pudiera ocurrir. El VAN no tiene en cuenta todas las diferentes situaciones probables, solo elige alguna de ellas y la mantiene para llevar a cabo la valoración.

Estas simplificaciones que realiza el VAN nos ayuda a entender porque en múltiples ocasiones las estimaciones realizadas por estos métodos no se cumplen, por ello la valoración a partir de opciones reales puede ser una buen complemento para la valoración de proyectos empresariales. Debemos de añadir que, siendo un buen método, la complejidad de cálculo aumenta considerablemente, como se expone en los siguientes apartados.

## 2.2. ¿Qué es una opción real?

Para comenzar con el tema de opciones reales definiremos una serie de términos:

En primer lugar qué es una *opción*, para su definición acudiremos al Diccionario de la Real Academia Española que nos dice “*una opción (en contexto económico) es el derecho a comprar o vender algo en plazo y precio previamente acordados*” (Diccionario de la Real Academia Española, s.f.).

Una vez definida la opción, vamos a diferenciar entre opciones financieras y opciones reales:

*“Se denomina opciones financieras a aquellas cuyo activo subyacente es un activo financiero como, por ejemplo, una acción, un índice bursátil, una obligación, una divisa, etcétera.*

*Como parece lógico, las opciones reales son aquellas cuyo activo subyacente es un activo real (Myers, 1984, págs. 126-137) como, por ejemplo, un inmueble, un proyecto de inversión, una empresa, una patente, etcétera”*

(Mascareñas, Lamothe, López Lubián, & de Luna, 2004, pág. 5)

Según Mascareñas et al (2004) entre las opciones financieras y reales distinguimos dos tipos: la opción de compra (*llamada CALL*) y la opción de venta (*llamada PUT*). Por lo tanto, si tenemos una CALL poseemos el derecho a comprar el activo subyacente a un precio dado, de igual forma si poseemos una PUT tenemos el derecho a vender el activo subyacente al precio de ejercicio.

Según cuando podamos ejercer el derecho que nos otorga la opción, también podremos distinguir entre opciones europeas, americanas o bermudas. Las opciones europeas son aquellas que solo podemos ejercer en el vencimiento el derecho que poseemos gracias a la opción, este tipo de opción se suele producir en los servicios que diariamente consumimos, por ejemplo si yo compro un billete de avión solo me sirve para un vuelo, en una fecha y hora determinada y no puedo utilizarlo en otro momento diferente. En cambio, la opción americana puedo ejercer el derecho en cualquier momento hasta la fecha de vencimiento, sería el caso de la mayoría de los productos que compramos, por ejemplo yo puedo comprar en el supermercado un yogur pero nadie me dice que lo tenga que consumir en un momento dado, aunque tenga de fecha límite la fecha de caducidad. Por último, las opciones bermudas son aquellas que solo puedo ejercer en unos momentos

determinados del tiempo durante la vida de la opción, un ejemplo sería un vale de descuento de hoteles que solo se puede ejercer el descuento si reservas el hotel entre semana y no puedes ejercerlo en fin de semana.

Además de estas clasificaciones, las opciones de compra y venta se pueden catalogar según si el valor del activo subyacente es mayor o menor que el precio del ejercicio. Así se diferencia entre:

- a. Opciones dentro del dinero (“in the money”): Cuando se obtiene beneficio si se ejerce la opción, por ejemplo en opción de compra nosotros tenemos el derecho a comprar el activo subyacente por el precio de ejercicio, si ese precio está por debajo al precio real del activo subyacente, el poseedor de la opción tiene el derecho a pagar un precio menor y por tanto obtendría un beneficio.
- b. Opciones fuera del dinero (“out the money”): Es el caso contrario al anterior, es decir, se obtendría una pérdida si se ejerce la opción. En el caso de una opción de compra se produce cuando el precio de ejercicio está por encima del precio real del activo subyacente.
- c. Opciones en el dinero (“at the money”): Son aquellas es las que es indiferente ejercer la opción pues el precio real y el precio del ejercicio son el mismo.

## 2.3. Variables de las opciones

Para seguir con nuestro análisis, deberemos conocer y entender cuáles son las principales variables que hemos de tener en cuenta en la valoración de opciones (tanto financieras como no financieras). Según Mascareñas et al (2004), nos encontramos seis variables básicas para la valoración de opciones:

- Precio del activo subyacente (S): En opciones reales entenderemos este como el valor de la empresa o de la inversión que se quiere realizar, al encontrarnos en la realidad será complicado obtener el valor certero del activo por lo que lo conoceremos de forma aproximada.
- Precio ejercicio (X): Recordemos que para opciones financieras era el precio al cual se va a ejercer la opción, en el caso de las opciones reales será el desembolso inicial requerido para realizar la inversión.

- El tiempo hasta el vencimiento ( $t$ ): En opciones reales lo entenderemos como el tiempo que puede posponerse la decisión de llevar a cabo la inversión, en el caso de las opciones financieras era el tiempo hasta el vencimiento de la propia opción.
- El riesgo o volatilidad ( $\sigma$ ): Medido con la varianza o la desviación típica, nos indica cuanto puede oscilar el precio del subyacente en el futuro. Para opciones reales nos representa cuanto pueden estar de equivocadas nuestras estimaciones, cuanto mayor sea este más valor tendrá la obtención de información antes de realizar la inversión.
- El tipo de interés sin riesgo ( $R_f$ ): Normalmente entendido como el tipo de interés de la deuda pública conocido también como tipo de interés libre de riesgo.
- Los dividendos ( $D$ ): Hablamos del dinero que se genera mientras que se produce el tiempo hasta el vencimiento, cuando la opción era *call* este flujo lo perdía el propietario de la opción. En opciones reales, nos referimos al dinero que genera el activo subyacente mientras el propietario no ejerce la opción.

Una vez conocidas las variables básicas que componen las opciones tanto financieras como no financieras, Mascareñas et al (2004) sigue explicando como estas variables tienen un impacto diferente sobre el valor de las opciones. Poniendo como ejemplo una opción de compra:

- ✓ Si el precio del activo subyacente aumenta el valor de la opción desciende.
- ✓ Si el tiempo aumenta el valor de la opción aumenta.
- ✓ Cuanto mayor sea el riesgo asociado mayor será el valor de la opción.
- ✓ El aumento del tipo de interés libre de riesgo provoca un descenso del valor del activo subyacente y reduce el valor actual del precio de ejercicio, esto suele provocar un aumento del valor de la opción.
- ✓ Por último los dividendos también afectan al valor de la opción, cada vez que se reparten dividendos se produce un descenso del valor de la misma.

Aun así, estas relaciones no son perfectas y algunas no se cumplen en el mundo de las opciones reales, nos encontramos dos excepciones:

- a) En opciones reales el aumento del tiempo hasta el vencimiento no siempre aumenta el valor de la opción, esto es provocado por el valor de los flujos a los que se renuncia y por la amenaza de la competencia.
- b) La volatilidad o riesgo puede venir provocados por diferentes variables que en su conjunto no aumenten el valor de la opción.

## 2.4. Explicación del método de opciones reales

### 2.4.1. Metodología de las opciones reales

Una vez explicado que son las opciones reales, cuáles son sus principales variables y porqué es un método de valoración adecuado, debemos de explicar en qué consiste.

Partamos del método del VAN, Mascareñas et al (2004) nos dice que el VAN es de utilidad cuando queremos evaluar decisiones de inversión que no admiten demora, es decir, que deben de realizarse en este momento, pero hay un gran número de decisiones de inversión que pueden tener la oportunidad de retrasar la inversión en el tiempo, pudiendo realizar el desembolso inicial en otro momento del tiempo diferente al actual, siendo el otro momento elegido más beneficioso para la empresa. Por lo tanto, esta posibilidad puede afectar a la valoración de la decisión de invertir, pues si tenemos esta posibilidad el valor del proyecto aumenta.

Sabiendo que la regla básica era que si el VAN es positivo se recomendaba realizar la inversión, pues los flujos de caja actualizados eran superiores al desembolso necesario para realizarla. Ahora añadimos que tenemos en cuenta el coste de oportunidad de realizar la inversión en este momento y que renunciamos a la posibilidad de esperar y realizarla en un futuro con mayor cantidad de información, por lo tanto la suposición de que solo necesitamos que el VAN sea positivo queda insuficiente.

Todo esta explicación es necesaria para entender que el VAN que utilizabamos antes era lo que llamaremos a partir de ahora VAN básico, y que aplicaremos el VAN total siendo este:

$$\text{VAN total} = \text{VAN básico} + \text{VA (opciones implícitas)}$$

(Mascareñas, Lamothe, López Lubián, & de Luna, 2004)

Por lo tanto para obtener este VAN total vamos a obtener por una parte el VAN básico, estimando los flujos de caja de la inversión y descontánsolos a una tasa adecuada, y a continuación calcularemos el valor de la opción real.

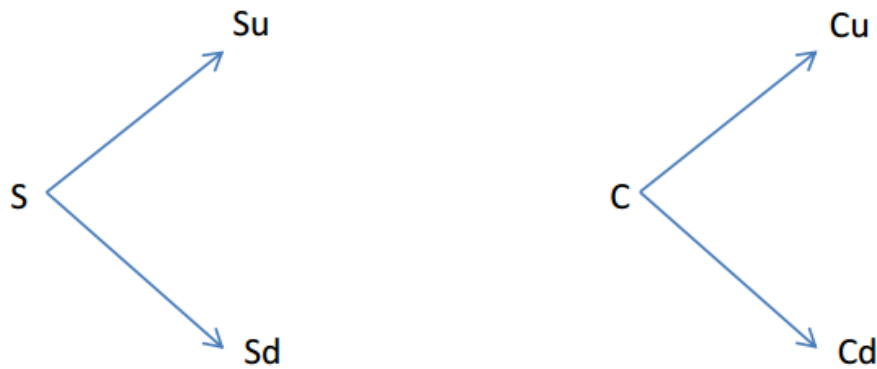
Para relizar la valoración con opciones reales nos basamos en una serie de supuestos:

1. En primer lugar, en la existencia de una cartera de réplica de los flujos de caja como en las opciones financieras.
2. Suponemos que la volatilidad es conocida, aunque no haya volatilidad histórica conocida del subyacente. También podemos aceptar la volatilidad del mercado como aproximación a la volatilidad del proyecto.
3. Como el ejercicio de las opciones reales no es inmediato se corrige mediante valores actuales.
4. Entendemos que este valor actualizado refleja el precio del activo subyacente como si estuviera cotizado en el mercado.
5. Utilizaremos un plazo dado aunque para las opciones reales este plazo de ejercicio no es tan claro como en las opciones financieras.
6. Entendemos que la opción que vamos a valorar se tiene en exclusividad.

#### **2.4.2. Métodos de cálculo de las opciones reales**

Según Mascareñas et al (2004) para calcular la opción real tenemos tres métodos:

1. Método binomial, consiste en que el valor de la inversión puede evolucionar a la alza o a la baja con una probabilidad " $p$ ". Extendiendo esta probabilidad a los periodos que alargemos la inversión, obtendríamos un árbol binomial en el cual quedan reflejadas todas las alternativas que se pueden producir en la evolución del subyacente. Una vez calculada esta posible evolución del subyacente se lleva a cabo la valoración de la opción de la misma forma (mediante árboles binomiales) obteniendo así su valor. El objetivo de este método consiste en crear una cartera de réplica utilizando las posibles combinaciones del activo subyacente, de tal forma que se obtiene los flujos de efectivo de la opción. Se produce un proceso de arbitraje donde el valor de la cartera de réplica debe de ser igual al valor de la opción.



*Ilustración 1. Método Binomial (Barón)*

Donde:

**S:** Es el activo subyacente, es decir, la inversión o en proyecto a realizar.

**Su:** Evolución al alza del activo subyacente con la probabilidad asociada “ $p$ ”.

**Sd:** Evolución a la baja del activo subyacente con la probabilidad asociada de “ $p$ ”.

**C:** Valor de la opción de realizar o no realizar el proyecto, de aplazarlo, etc.

**Cu:** Evolución al alza de la opción con la probabilidad asociada “ $p$ ”.

**Cd:** Evolución a la baja de la opción con la probabilidad asociada “ $p$ ”.

El valor de la opción se obtiene de atrás hacia delante, comenzado por el último periodo y terminando en el valor de la opción en el primer periodo. Este el método que utilizaremos para obtener el valor de las opciones en el caso práctico.

2. Modelo de Black-Scholes: Se desarrolla a partir del anterior método construyendo una cartera de arbitraje y calculando el valor de la opción mediante el cálculo diferencial. Este modelo se aplica cuando la distribución es normal, donde se asume que el proceso que experimentan los precios es continuo. Únicamente se puede utilizar con opciones europeas donde no hay posibilidad de ejercicio anticipado o dividendos.
3. Método de simulación de Montecarlo: Se utiliza cuando no se pueden llevar a cabo los otros dos métodos, consiste en una simulación numérica mediante un gran conjunto de procesos estocásticos.

#### **2.4.3. Clasificación de las opciones reales**

Una vez conocidos los métodos de valoración de opciones reales, y como se obtiene el valor de las opciones implícitas mediante estos métodos, el siguiente paso consiste en clasificar los diferentes tipo de opciones reales.

Según Mascareñas et al (2004) nos encontramos la siguiente clasificación de opciones que no tienen por qué ser independientes entre ellas:

- a) La **opción de diferir** consiste en poseer el derecho de aplazar un proyecto, es decir, no realizarlo en este preciso momento y posponer la decisión. Este tipo de opción es posible cuando el proyecto contenga derechos exclusivos para la empresa; pues si otras empresas pudieran realizar el mismo proyecto no tendría sentido, puesto que la competencia tomaría ventaja al realizarlo antes. Lo que se consigue con esta opción es la reducción de incertidumbre, de tal forma que comparamos la ganancia que obtenemos gracias a esta reducción de incertidumbre con el coste de oportunidad de retrasar el proyecto.

Para aclarar este tipo de opciones, nos apoyaremos en la explicación que nos otorga Damodaran (Damodaran, 2000, págs. 5-17).

Sabemos que para valorar una inversión comparamos el desembolso inicial (X) con los flujos futuros de la inversión actualizados a una tasa de descuento apropiada en el momento inicial (V). Siguiendo la regla básica del VAN: si  $X > V$ , es decir si el desembolso es superior a los flujos, no se realiza la inversión. Pero supongamos que la empresa tiene derechos exclusivos sobre esta inversión durante un año, en este año los flujos de efectivo o la tasa de descuento pueden cambiar; lo que supondría que una inversión, la cual en este momento no resulta acertada, si lo pudiera ser dentro de un año.

Si la empresa decide esperar un año y no realizar la inversión, no incurriría en los flujos de efectivo adicionales sólo perdería el precio del derecho de esperar, pues este no es gratis como veremos más adelante. La opción de retrasar un proyecto se comporta como una opción de compra (CALL), donde: el activo subyacente (S) es el valor esperado de los flujos de caja; el precio de ejercicio (X) es el desembolso inicial de la inversión; el tiempo de la opción (t) es el período en el cual la empresa cuenta con el derecho sobre la inversión; y la volatilidad ( $\sigma$ ) es la posible variación de los flujos de efectivo. Esto queda representado en la siguiente figura:



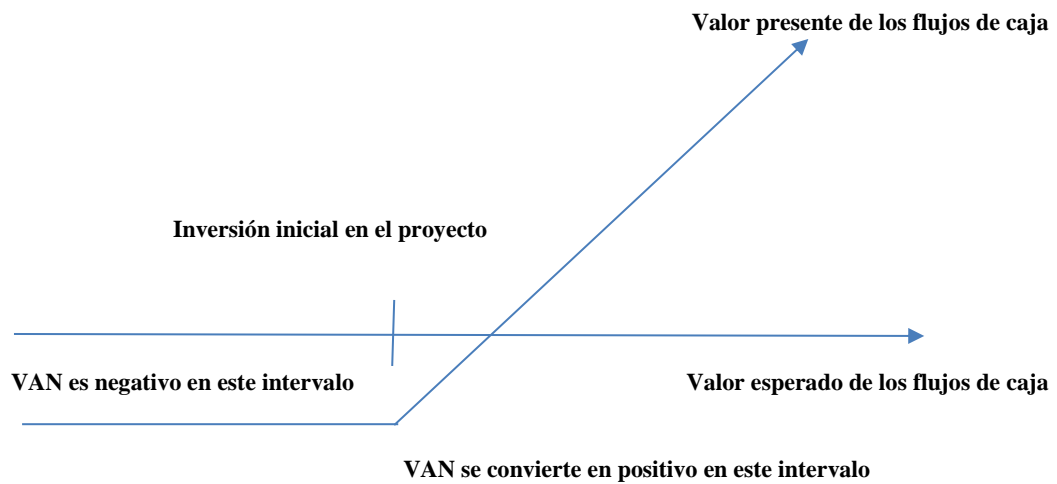


Figura 1. Elaboración propia basada en *The Option to Delay an Investment* (Damodaran, 2000)

Como podemos observar en la figura 1, “Inversión inicial en el proyecto” es el precio de ejercicio, cuando el valor esperado de los flujos de caja actualizados sea superior al desembolso inicial, la inversión se torna viable; en el tiempo de espera se decide si se realiza el proyecto o se abandona dependiendo de hacia dónde evolucionen los flujos de caja.

Este tiempo de espera supone un coste adicional que hay que sumar al desembolso inicial, pues el año durante el cual se ha aplazado el proyecto es un flujo de caja que perdemos, ya que en ese año no hemos comenzado con la inversión. En el caso de opciones financieras de compra, serían los dividendos que dejamos de percibir mientras no se ejerza la opción y que disminuyen el valor de la misma. Por tanto, al no producirse este flujo de caja supone un coste de oportunidad. De igual modo la empresa debería de sopesar la obsolescencia tecnológica que se pudiera producir en este período de retraso, pues existen sectores donde diferir la inversión un año puede ser crucial.

- b) La **opción de aprendizaje** le otorga al propietario la posibilidad de invertir dinero para la obtención de información antes de realizar el proyecto. En este caso no sólo estaríamos posponiendo realizar la inversión, sino que estaríamos realizando un desembolso a parte por la obtención de información, ya sea un estudio, una estimación de la demanda, etc. Un ejemplo, podría ser realizar un estudio de mercado para predecir mejor la demanda, de esta forma obtenemos información adicional a cambio del coste que supone invertir en el estudio de mercado. La

opción aparece al comparar el valor de la información obtenida con la cuantía de la inversión realizada.

Esta opción es más compleja pues se trataría de una opción combinada, ya que contamos con la misma opción de compra de antes (diferir el proyecto), pero le añadimos una opción de venta para conocer cuál es el valor máximo que pagaríamos por este informe. En este caso se combinan dos incertidumbres diferentes. Para explicarlo volvamos al caso de la planta petrolífera, no solo existe la incertidumbre de la volatilidad de los precios de crudo sino que además no sabemos cuánto petróleo se puede extraer del pozo. Por esta razón, tenemos la opción de compra de esperar hasta que tengamos información de cuál es el precio del petróleo y la opción de venta que me informa sobre cuál es el máximo que se deberíamos pagar por el informe para conocer la cantidad de petróleo.

- c) La **opción de ampliar** un proyecto consiste en agrandar el proyecto adquiriendo una parte adicional al mismo. Un ejemplo de este caso sería el de aumentar la capacidad productiva de la empresa adquiriendo una nueva planta productiva; la opción aparece en el momento en el que contrastáramos los posibles beneficios futuros con el coste de adquirir más activos.

En este caso, hablaríamos de una opción de compra, donde el subyacente (S) es el valor actual de los flujos de caja que genera la ampliación; el precio de ejercicio (X) sería la inversión que debemos realizar para ampliar el proyecto; la volatilidad ( $\sigma$ ) se obtendría de la variación del valor del subyacente; el tiempo (t) viene dado por el período del que se dispone para ejercer la opción, normalmente supuesto por la dirección, teniendo en cuenta consideraciones estratégicas (competencia, etc.); por último, el coste de oportunidad (D) que se asume son los flujos de caja que se pierden por no ejercer la opción, en opciones financieras serían los dividendos que no percibimos.

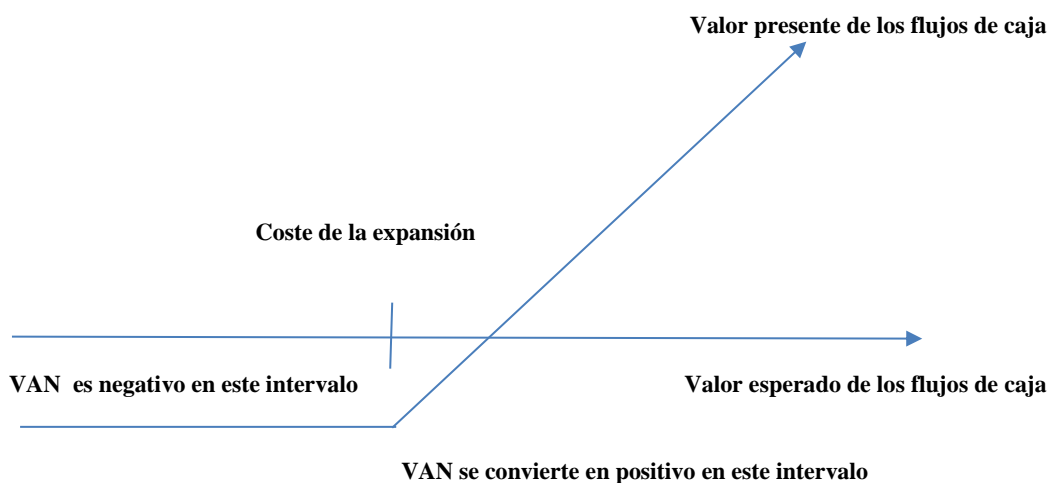


Figura 2. Elaboración propia basado en *The Option to Expand a Project* (Damodaran, 2000)

En este caso no estamos posponiendo el proyecto, sino que nos estamos planteando la posibilidad de ampliarlo o no, por ello la valoración será el VAN del proyecto principal más la opción implícita de ampliarlo. Si los beneficios de ampliar este proyecto son superiores a los costes, se produce un incremento del valor del proyecto básico y por tanto, la ampliación se realiza pues la opción de ampliar resulta positiva. Si por el contrario, los costes fueran superiores a los beneficios el valor de la opción de ampliar sería de cero por lo que la ampliación no se llevaría a cabo.

Conforme nos encontremos en sectores más volátiles más valiosas son estas opciones. Existen tres casos donde la valoración con opciones reales es muy útil:

- Adquisiciones de tipo estratégico: Cuando adquirimos empresas para entrar en mercados nuevos u obtener la tecnología que tiene la empresa adquirida.
- Investigación y desarrollo: Para conocer la cantidad óptima para invertir en actividades de este tipo.
- Proyecto multietapa: Se puede desmembrar un gran proyecto en pequeños proyectos de ampliación por etapas, de tal forma que se conozca el potencial de crecimiento en cada etapa así como el riesgo que supone cada una.

Las opciones de ampliación suelen ofrecer ventajas competitivas para la empresa, pero no siempre estas ventajas potenciales se convierten en ventajas sostenibles. Por lo tanto se necesita también cierta exclusividad en el mercado o en una tecnología dada, pues una ventaja competitiva pierde su esencia si es compartida con una multitud de empresas.

- d) En la **opción de intercambio (switch up option)** existe el derecho a modificar los productos o los procesos productivos, dada una alteración positiva en precio del subyacente. Por ejemplo, cuando se altera el proceso productivo para adaptarlo a una mayor demanda. La opción otorga flexibilidad al proyecto, de tal forma que si los resultados son favorables se modifica el proceso productivo para adaptarlo al cambio. Este tipo de opción sería una opción de compra, donde: el subyacente (S) es el aumento que se produce en los flujos de caja (aumento de la demanda); el precio de ejercicio (X) sería la inversión que debemos realizar para modificar el proceso productivo o los productos; la volatilidad ( $\sigma$ ) se obtendría de la variación del aumento de los flujos del subyacente; y el tiempo (t) viene dado por el período durante el cual se va a producir este aumento favorable.

Al igual que en la opción de ampliar, el proyecto en sí ya existe por lo que se valora el VAN del mismo más la opción de intercambio, de tal forma que si los beneficios son superiores al coste de cambiar el proceso productivo, el valor de la opción es positivo. Son numerosas las aplicaciones reales de este tipo de opciones, por ejemplo sustituir la mano de obra por robots, cambiar los precios de los productos o los componentes de los mismos.

- e) Por otra parte, la **opción de ampliación del alcance (scope up option)** consiste en aumentar el campo de actividad de la empresa, se puede decir que le sumamos al proyecto principal la realización de otro proyecto en un sector diferente. El ejemplo más claro de estas opciones es la estrategia de diversificación empresarial, lanzando nuevos productos o entrando en nuevos mercados. Lo que se consigue con esta opción es valorar la expansión del campo de actividad de la empresa, es decir, relacionamos el proyecto principal que tenemos con la opción de diversificar en mercados o productos beneficiándonos de nuevas posibilidades de inversión.

Con este tipo de opción, se observa lo cerca que llegan las opciones reales a la dirección estratégica, pues conseguimos valorar la estrategia de diversificación, siendo esta una de las estrategias más arriesgadas para las empresas pero también la que más beneficios puede llegar a reportar.

La forma más ideal de comprender este tipo de opciones es con las adquisiciones estratégicas de empresas, siendo la valoración la siguiente: al VAN del proyecto principal se le suma la opción de ampliación del alcance, la opción se calcula como el valor actual de los flujos de caja del nuevo proyecto siendo estos por ejemplo, el valor actual de los flujos de caja de la empresa que vamos a adquirir menos el precio de adquisición. Si el valor de la opción es positivo, le está aportando valor al proyecto principal y por tanto, se realiza la inversión (adquiriríamos la empresa). Si por el contrario, es cero o negativo, la opción disminuye el valor del proyecto y, por lo tanto, no se llevaría a cabo. La opción de ampliación al alcance es una opción de compra, en la cual: el activo subyacente (S) son los flujos de caja de la empresa que vamos a adquirir; el precio de ejercicio (X) sería el precio de adquisición de la empresa con la que vamos a diversificar; la volatilidad ( $\sigma$ ) se obtendría de la posible variación de los flujos de caja del subyacente; y el tiempo (t) viene dado por el período durante el cual se va a producir esta diversificación

- f) La **opción de reducir** proporciona la posibilidad de renunciar a una parte del proyecto a cambio de reducir costes. El ejemplo más claro es cuando se cierra una de las plantas de producción y por tanto, se reduce la capacidad productiva de la empresa, pero a la misma vez también los costes asociados a la planta. La opción estaría entre los flujos que se dejan de percibir por esa reducción y los costes que se ahorran por no tener que producir.

Este tipo de opción aparece en situaciones desfavorables para la empresa, por ejemplo cuando se producen descensos en la demanda y la empresa decide reducir en un porcentaje dado la compañía, a cambio del ahorro que supondría en costes. La opción de reducir es una opción de venta sobre el porcentaje del proyecto que se reduce, siendo el activo subyacente (S) los flujos a los que vamos a renunciar por reducir el negocio; el precio de ejercicio (X) los ahorros que se obtienen; la volatilidad ( $\sigma$ ) se obtendría de la variación de los flujos a los que renunciamos; el tiempo (t) viene dado por el período del que se dispone para ejercer la opción; y

el coste de oportunidad (D) sería la cantidad que dejamos de ahorrar mientras no ejerzamos la opción.

La opción es valiosa cuando los flujos que voy a dejar de percibir son menores que los costes que voy a conseguir ahorrar gracias a esta reducción. Comprando una opción de venta, es decir, una PUT en opciones financieras lo que se consigue es limitar pérdidas y, eso mismo, es lo que se consigue con una opción real de reducción, pues los costes que nos estamos ahorrando son superiores a los flujos que obtendríamos; entendiéndolo desde otra perspectiva, se puede traducir en que si no reducimos el negocio, los costes serían mayores que los beneficios y, por tanto, se obtendrían pérdidas.

- g) La **opción de intercambio (switch down option)**, el concepto es igual que en el apartado de inversión o crecimiento pero esta vez para adaptarse a una disminución de la demanda. Se distingue de la anterior en que en vez de una opción de compra es una opción de venta; y en que el activo subyacente pasa a ser el posible descenso, por lo demás todo se comporta de la misma forma. Únicamente la empresa se está adaptando a un posible descenso de la demanda, por lo que modifica el proceso productivo para tener una estructura de costes que se adapte mejor a la situación.
- h) La **opción de reducción del alcance (scope down option)** se relaciona con la estrategia de reducción de negocio, por ejemplo una empresa diversificada decide renunciar a una de las líneas de negocio. Dentro de la opción de reducción podemos optar por abandonar el negocio o un cierre temporal del mismo. A continuación se explican cómo funcionan ambas opciones:
- i) La **opción de abandono** se basa en la posibilidad que tiene el propietario de abandonar un negocio a cambio de un precio. La opción estriba en valorar si seguir con el negocio (siendo el potencial del mismo bajo) o si directamente liquidarlo. En este tipo de opción nos encontramos en una situación en la cual los flujos de caja que se obtienen no son los deseados; por ello comparamos el valor del proyecto si continuamos, con el precio de liquidación del mismo.  
La opción de abandono se materializa en una opción de venta donde: el activo subyacente (S) son los flujos de caja del proyecto; el precio de ejercicio es el valor de liquidación, la volatilidad ( $\sigma$ ) la variación que pueden tener estos flujos de caja; y el tiempo (t) es el período en el que la empresa tiene la opción de abandono.

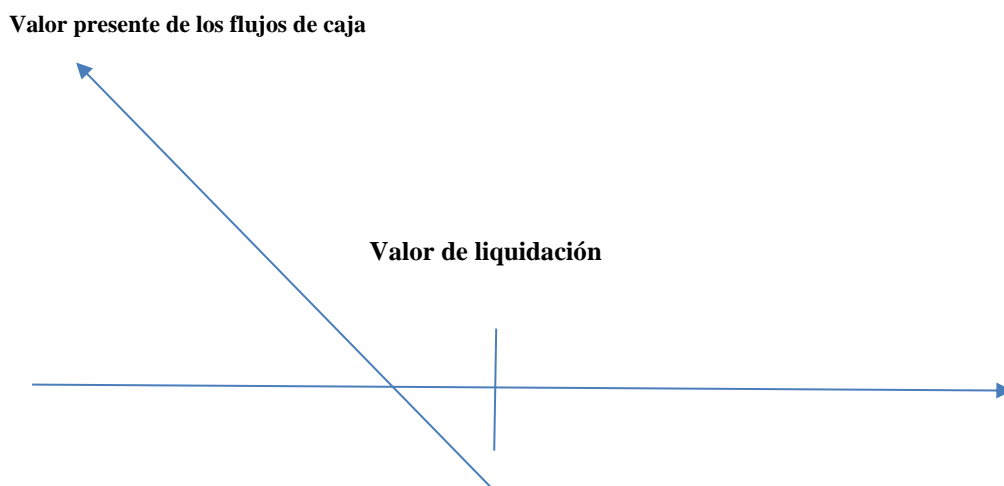


Figura 3. Elaboración propia basado en *The Option to Abandon a Project* (Damodaran, 2000)

La opción de abandono tiene valor positivo cuando el valor de liquidar es superior al valor de continuar con el negocio. El problema que aparece en estas opciones, es que el valor de liquidación no suele estar especificado con anterioridad, por lo que es incierto. Al igual, en el precio de liquidación muchas veces se obvian costes que la empresa debe asumir para cerrar un negocio, como pueden ser indemnizaciones a trabajadores o incumplimientos de contrato con proveedores.

- j) La **opción de cerrar temporalmente** consiste en detener el proceso productivo durante un periodo, cuando existe la posibilidad de que los ingresos que se derivan del proyecto sean inferiores a los costes variables del mismo. Con esta opción comparamos los flujos de caja futuros producidos en tiempo de cierre de la empresa con los costes variables del mismo.

La opción de cerrar temporalmente es una opción de compra donde: el activo subyacente (S) son los flujos de caja del periodo en el que pretendemos cerrar; el precio de ejercicio (X) son los costes variables; y las demás variables son iguales que anteriormente.

Es necesario añadir que muchas de estas opciones pueden ser opciones compuestas, es decir, que cada opción puede producir otra opción en forma de secuencia como si de etapas se tratase.

Una vez explicados las diferentes opciones, se debe de hacer un pequeño inciso, pues existen diferencias significativas si la opción es compartida o exclusiva. En la realidad los derechos que explicamos no suele ser solo para una empresa, pues existe la

competencia. Así lo descubrió Kester citado por Mascareñas et al (2004), el cuál explica que las opciones pueden ser compartidas o exclusivas siendo estas últimas mucho más valiosas. Por ejemplo, una opción compartida en situaciones de máxima competencia se tiende a ejercer más rápidamente para poder defenderse ante la misma, en este caso el valor de la opción de diferir es casi nulo, mientras que en una opción exclusiva es menor el miedo del ataque de los competidores por lo que la opción si tiene un mayor valor.

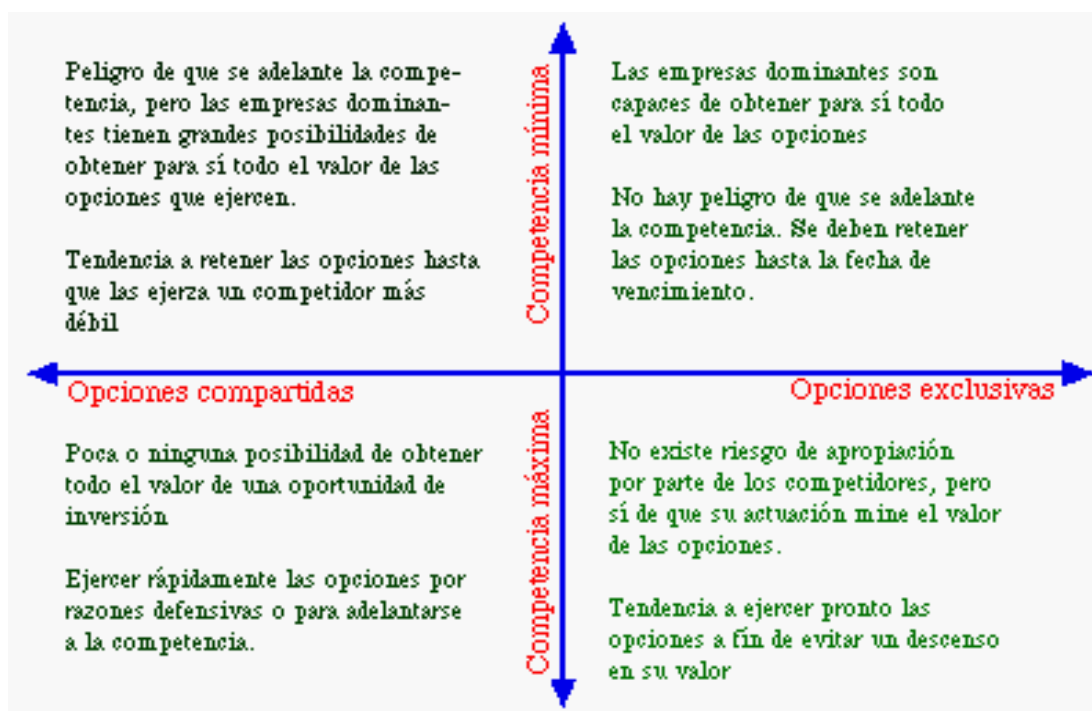


Figura 2. Las opciones de crecimiento y el factor tiempo (Mascareñas, Lamothe, López Lubián, & de Luna, 2004) citando a (Kester, 1984)

#### 2.4.4. Utilidad empresarial del análisis con opciones reales

En mi opinión las opciones reales tienen dos grandes utilidades, la primera la mejora de los métodos de valoración de empresas cuando queremos valorar acciones de una empresa, por ejemplo para saber si esta sobrevalorada o infravalorada. Y la segunda para valorar proyectos empresariales, es decir, es un método adecuado para apoyar la toma de decisiones estratégicas en la empresa; pues ayuda a los directivos a cuantificar las diferentes opciones que se manifiestan en un proyecto. Por lo tanto, lo que se consigue con las opciones reales es unir la estrategia de la empresa con las finanzas, ya que estamos cuantificando la flexibilidad en la toma de decisiones y las diferentes alternativas del proyecto.



Este tipo de valoración se hace indispensable cuando se puede disponer de nueva información que modifique la gestión de los directivos en la inversión y cuando el umbral de rentabilidad del VAN es estrecho. Por ejemplo en entornos inestables donde la variabilidad de la demanda es muy alta, la valoración con opciones reales puede apoyar a los directivos a poner sobre la mesa las diferentes alternativas habidas en el mercado. Al igual puede ser que el VAN sea negativo siendo una inversión que pudiera ser beneficiosa si tenemos en cuenta parámetros que el VAN no cuantifica. Sobre la utilidad empresarial de las opciones reales, Pablo Fernández expresa:

*“La teoría de opciones parece que permite la valoración de las oportunidades estratégicas de los proyectos: el análisis cuantitativo de las opciones junto con el análisis cualitativo y estratégico de la política de empresa permiten tomar decisiones más correctas y racionales.”* (Fernández, 2016)

#### **2.4.5. Problemas de las opciones reales**

Para concluir con la explicación del método de opciones reales pondré de manifiesto algunos problemas que pueden surgir con las opciones reales. De esta forma, Pablo Fernández en un ensayo sobre el tema nos dice:

*“Los problemas con los que nos encontramos al valorar opciones reales son:*

- *Definir los parámetros necesarios para valorar las opciones reales*
- *Definir y cuantificar la volatilidad de las fuentes de incertidumbre*
- *Calibrar la exclusividad de la opción*

*Estos tres factores hacen que la valoración de las opciones reales sea, en general, difícil, menos exacta y más cuestionable que la valoración de las opciones financieras.”*  
(Fernández, 2016)

Sobre la dificultad de cuantificar la volatilidad, debemos primero añadir que esta es uno de los parámetros básicos en la valoración de opciones reales, pues nos mide la posible variación del activo subyacente y la velocidad con la que puede surgir esta variación. Hay dos formas de aproximarse a su estimación:

- **Volatilidad histórica:** Consiste en obtener la volatilidad analizando la volatilidad pasada del activo subyacente. Entendemos que si la volatilidad del activo se ha

movido entre ciertos valores lo más probable es que la volatilidad futura se encuentre entre estos.

- Volatilidad implícita: Se obtiene invirtiendo el modelo de valoración, de tal forma que el valor de la opción será lo conocido y la volatilidad la incógnita a resolver. La volatilidad implícita también es conocida como volatilidad de mercado, pues refleja las expectativas del mercado sobre el activo.

El problema de la volatilidad en opciones reales aparece porque no solemos tener datos históricos de un proyecto (ya que no se ha realizado antes). Se resuelven este problema mediante la estimación de la volatilidad de proyectos parecidos si existieran, calculándola a partir de series históricas de la empresa que lo haya realizado. También se puede resolver con la volatilidad implícita asignada al mercado o al sector donde opere la empresa.

Por otra parte, como se expuso anteriormente, la realidad de las opciones dificulta el cálculo de las mismas, haciendo que solo se pueda tomar estas como una suposición de lo que podría pasar. Por lo tanto, se puede observar que las opciones reales al igual que otros métodos de valoración nos sirve para estimar o para establecer un camino a seguir, pero nunca como una verdad absoluta de lo que pueda suceder. Además de esta complejidad, los gestores de una empresa pueden caer en el error de aumentar el valor de las opciones influyendo en su valoración de la siguiente forma, como nos explica Mascareñas et al (2004):

1. Aumentado el valor actual de los cobros futuros esperados.
2. Reduciendo el valor actual de los pagos futuros esperados.
3. Aumentado la incertidumbre de los flujos de caja esperados.
4. Aumentado la vida de la opción.
5. Reduciendo el coste de oportunidad de no ejercer la opción.

De esta forma Mascareñas en un trabajo individual (Mascareñas, Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas), nos indica algunos problemas con los que podríamos encontrarnos a la hora de aplicar el método de las opciones reales, estos problemas atañen a cuatro realidades:

- I. El activo subyacente no es negociable en el mercado, cuando valoramos opciones financieras el activo subyacente suele ser un activo que se negocia activamente,

ya sea una acción negociada en los mercados financieros o una materia prima negociada en los mercados tradicionales. Pero en el caso de las opciones reales estamos valorando un proyecto que se va a realizar en un futuro y que, por tanto, no está siendo negociado en ningún mercado de forma activa.

- II. El precio del activo real no sigue una evolución continua. Para simplificar el cálculo de las opciones reales, estimamos que el valor del activo subyacente va seguir un proceso continuo de aumento o de descenso de valor con una cierta probabilidad (recordemos que antes la llamábamos  $S_d$  y  $S_u$ ). En la vida real, la evolución de un activo no es continua sino que sufrirá saltos tanto a la alza como a la baja.
- III. Las opciones reales no cuentan con una varianza conocida y constante. Los proyectos valorados con opciones reales suelen ser proyectos que se realizan en un largo plazo donde la varianza no permanece constante. Además, los cambios tecnológicos propios del entorno dinámico en el cual operan las empresas, producen que la varianza cambie lo que no se tiene en cuenta en el modelo.
- IV. El ejercicio de la opción en la realidad conlleva tiempo. En opciones financieras cuando tú ejerces el derecho se realiza de una forma instantánea, debemos recordar que nos encontramos en la realidad y que llevar a cabo un proyecto no es algo simultáneo o rápido sino que toma un tiempo de puesta en marcha.

Aun encontrándonos con estos problemas y dificultades, el método de las opciones reales sigue siendo una buena alternativa para medir la flexibilidad operativa. Para ilustrar esta afirmación en el siguiente apartado se realizará un supuesto de una empresa que se encuentra con diferentes opciones a la hora de dirigir el negocio y como se puede valorar cada una de estas opciones.

## 3. CASOS PRÁCTICOS

Para poner en práctica lo explicado vamos a suponer varios supuestos prácticos y así poder ver cómo puede ayudar las opciones reales a tomar decisiones. Para realizar estos supuestos me he basado en los ejemplos realizados por Mascareñas et al (2004) con datos y en situaciones diferentes.

## 3.1. Caso práctico de la opción de diferir un proyecto

La empresa Estudios S.A. es una pequeña tienda de material escolar, papelería y copistería situada en el barrio de las Fuentezuelas, en la ciudad de Jaén. Álvaro Gómez su propietario y principal trabajador del negocio, estudió Administración y Dirección de Empresas en la Universidad de Jaén. Al terminar el grado, heredó la tienda de su madre y se hizo cargo del negocio, hasta ahora el negocio no iba mal, daba suficientes beneficios para que Álvaro pudiera vivir, pero esto no es suficiente para Álvaro que es empresario por naturaleza y quiere que el negocio crezca.

Por esta razón, Álvaro está valorando la opción de abrir una nueva tienda al lado de la Universidad, donde estima que es el lugar más adecuado para una papelería, pues los estudiantes pasan largas jornadas allí y necesitan tanto material escolar como fotocopias, etc. Además hasta este momento, cree que las empresas que se han situado allí tienen unos precios muy altos y que él podría ofrecer una oferta atractiva para los estudiantes, ya que gracias a una larga relación con los proveedores comenzada por su madre y seguida por él, ha conseguido unos precios muy competitivos.

Para valorar este proyecto Álvaro decide utilizar los métodos que sus profesores de finanzas le habían enseñado en clase, por ello comienza obteniendo el Valor Actual Neto del negocio.

### 3.1.1. *Valor actual Neto*

El coste de la inversión en el nuevo local de la universidad incluida la reforma y maquinaria necesaria para poner en marcha el negocio se eleva a 50.000€. Gracias a que Álvaro es un gran trabajador y a una herencia de una tía cercana, cuenta con el dinero necesario para realizarla. Por lo tanto, una vez que sabe que tiene el dinero para poder llevar a cabo la inversión, decide estimar los flujos de caja futuros que tendrá la misma en los próximos seis años, obteniendo lo siguiente:

Tabla 1. Flujos de Caja

Años	1	2	3	4	5	6
Flujos	6.000,00 €	8.000,00 €	14.000,00 €	16.000,00 €	20.000,00 €	21.000,00 €

Para calcular el Valor Actual de la inversión, Álvaro estima una tasa de descuento de los flujos de 14,45%; actualizando todos los flujos a esta tasa y sumándolos a la necesidad de inversión, que recordemos era 50.000€, el VAN que obtiene resulta ser negativo.

Tabla 2. Valor Actual Neto

Inversión necesaria	50.000,00 €
Tasa de descuento	14,45%
VAN	-457,77 €

Álvaro se siente decepcionado, pues está seguro que los cálculos están bien realizados y parece que el proyecto no debería realizarse.

### 3.1.2. Opción de diferir

Al comentarle la situación al propietario del local, este le sugiere que no deseche el proyecto tan rápido, y le propone concederle un año para pensárselo a cambio de 1.000€ por reservar el local y no alquilárselo a nadie más.

Álvaro queda sorprendido con la propuesta, pues es verdad que si pospone el proyecto un año la incertidumbre será menor, además ha escuchado a economistas que prevén una mejora de la economía el siguiente año y, por tanto, los flujos de caja de la tienda podrían ser mejores si comenzará el proyecto un año más tarde. ¿Pero cómo puede Álvaro cuantificar esta posibilidad? Para encontrar una solución decide comentárselo a su antiguo profesor de finanzas, el cual le explica el funcionamiento de las opciones reales.

Álvaro decide que es un buen método para valorar si la opción de retrasar el proyecto un año es realmente valiosa, y si compensan los 1.000€ que tendría que pagar. Para poder valorar esta opción realiza una serie de cálculos:

1. Cálculo del activo subyacente (S), es decir, el valor actual del proyecto sin flexibilidad, se obtiene de la suma de los flujos de caja actualizados que asciende a 49.542,23€. Por otra parte la volatilidad se ha estimado que es semejante a la del Ibex35, por lo que se utiliza la volatilidad del mismo estimada en un 20,79% (El economista, 2017). Al igual en este apartado también obtenemos el árbol binomial del subyacente:

Tabla 3. Cálculo del proyecto sin flexibilidad

Años	1	2	3	4	5	6
Valor Flujos	6.000,00 €	8.000,00 €	14.000,00 €	16.000,00 €	20.000,00 €	21.000,00 €
VA de los Flujos	5.242,46 €	6.107,43 €	9.338,58 €	9.325,17 €	10.184,76 €	9.343,82 €
Activo Subyacente	49.542,23 € Valor actual del proyecto sin flexibilidad					
Para plantear el árbol binomial del activo subyacente, necesitamos calcular U (coeficiente de ascenso) y D (coeficiente de descenso), para calcularlos estimamos la volatilidad en un 20,79%:						
U	$e^{\text{volatilidad}}$	1,231090054				
D	1/U	0,812288261				
Árbol binomial del proyecto sin flexibilidad						
	VA Proyecto sin Flexibilidad x U	60.990,94 €				
49.542,23 €						
	VA Proyecto sin Flexibilidad x D	40.242,57 €				
En esta parte debemos de hacer un inciso, pues este cálculo no es totalmente cierto, obsérvese que en el Valor Actual del proyecto sin flexibilidad estamos contando que se cobra el primer flujo, algo que no puede ocurrir si diferimos el proyecto un año, por ello habrá que restarle al árbol binomial este coste de retrasar el proyecto:						
Coste de retraso	(1º Flujo Actualizado)/ VA del proyecto sin flexibilidad	10,58%				
Por lo que el real árbol binomial es:						
	54.537,00 €					
49.542,23 €						
	35.984,18 €					

2. Una vez obtenido el árbol binomial del subyacente, pasamos a calcular el árbol binomial del proyecto más la opción de diferir, para ello observamos que el precio

de ejercicio (X) es el desembolso inicial capitalizado a un año, debemos capitalizarlo pues lo vamos a realizar realmente el año que viene:

Tabla 4. Cálculo de la opción de diferir

Recordemos primero los datos que ya habíamos calculado:		
Volatilidad	20,79%	
u	1,231090054	
d	0,812288261	
<b>Para poder valor el proyecto con flexibilidad, necesitamos ahora calcular "p" que es la probabilidad de que el activo subyacente evolucione al alza y "1-p" la probabilidad de que evolucione a la baja; para ello necesitamos Rf que es la rentabilidad de un activo libre de riesgo, que se ha estimado en un 4,7%:</b>		
rf	4,70%	
p	56,04%	
1-p	43,96%	
<b>Como hemos apuntado antes, necesitamos también el desembolso inicial capitalizado a un año:</b>		
Desembolso inicial	52.350,00 €	
<b>Evolución del subyacente:</b>		
		54.520,64 €
S	49.542,23 €	
		35.994,97 €
<b>Dependiendo de como se desarrollen los acontecimientos, tenemos dos escenarios: uno optimista y otro pesimista. En el optimista la evolución del subyacente es al alza por lo que el VAN es positivo; en cambio en el escenario pesimista la evolución es a la bajo lo que hace que el proyecto carezca de valor.</b>		
Arbol binomial del VAN en situación optimista y pesimista dependiendo de la evolución del subyacente	2.170,64 €	Optimista
	0,00 €	Pesimista
<b>La probabilidad de que se produzca el valor optimista es de 56,04%, el valor del p, mientras que la probabilidad de que surja el pesimista es de 43,96%, el valor de 1-p. Por lo tanto el VAN del proyecto sería:</b>		
VAN TOTAL	Valor optimista*p + Valor pesimista*(1-p)	1.161,90 €
<b>Como el valor del proyecto con la opción de diferir es de 1.161,90€ y el valor sin la opción es de -457,77€, el valor de la opción de diferir es de 1.619,67€:</b>		
VAN TOTAL	VAN BÁSICO	VALOR OPCIÓN DE DIFERIR
1.161,90 €	-457,77 €	457,77 €

Como el valor de la opción es superior al coste que exige el propietario por esperar un año, realmente sí saldría conveniente esperar y comenzar el proyecto en el año siguiente pues, de esta forma, el VAN dejaría de ser negativo y el proyecto podría llevarse a cabo. Al ser el VAN negativo, a día de hoy no sería viable realizar la inversión y por tanto no se haría, pero podemos ver que retrasar el proyecto un año puede hacer cambiar las

perspectiva del VAN. Álvaro decide confiar en este método y retrasar la decisión de inversión un año.

Al pasar el año, Álvaro lleva a cabo el proyecto y abre la tienda en la Universidad, y parece que poco a poco está recuperado la inversión y obteniendo beneficios, por lo que al final parece que fue una buena idea retrasar el proyecto un año.

## 3.2. Caso práctico de la opción de ampliar un proyecto

La empresa de alimentación ASC.SA se quiere expandir al mercado polaco, para ello está considerando abrir un supermercado en Varsovia. Al no tener suficiente información sobre el mercado polaco, no está segura del éxito del supermercado, por ello deciden abrir primero una pequeña tienda para, si el negocio no resulta rentable, no perder una gran cantidad de capital. Si la decisión fuera acertada ASC realizaría una inversión complementaría para agrandar la superficie comercial.

Los datos de la primera tienda arrojan un VAN negativo de 5 millones de euros, pues se necesita una inversión de 50 millones de euros y los flujos de caja actualizados ascienden a 45 millones. La volatilidad que se ha estimado para el mercado polaco es de un 36% y el tipo de interés sin riesgo de 4,8%. Ante estos datos, se rechazaría el proyecto pues el VAN es negativo, es decir, el proyecto sin flexibilidad por sí solo no interesa. Pero el VAN básico no está valorando la flexibilidad operativa, es decir, no tiene en cuenta que si el comportamiento del mercado es favorable la inversión inicial puede volverse positiva y, por tanto, esta puede crear la oportunidad de seguir creciendo en el mercado.

Siguiendo con nuestro ejemplo, transcurridos dos años los directivos tomarán la decisión de ampliar o no ampliar el negocio. Estiman que la ampliación necesitaría una inversión de 120 millones de euros dentro de dos años. Al igual estiman que el valor de los flujos



del negocio adicional podrían ser cinco veces el valor del proyecto inicial en este momento.

Para valorar el proyecto con esta flexibilidad se debe de saber a cuánto asciende el proyecto sin flexibilidad pasados dos años, pues el valor del negocio adicional es cinco veces del valor en ese momento del proyecto inicial, por ello comenzaremos el análisis con el árbol binomial de la inversión inicial para luego valorar la opción de ampliar.

Por lo tanto el activo subyacente (S) es el valor actual de los flujos del proyecto adicional que lo obtendremos dependiendo de la evolución de la inversión inicial; el precio de ejercicio (X) es el montante de la inversión que debemos de realizar, como hemos dicho antes 25 millones; la decisión se toma dentro de 6 años (t) después de la inversión inicial; por último la volatilidad se ha estimado en un 36% ( $\sigma$ ).

Tabla 5. Cálculo de la opción de ampliar

En primer lugar calculamos los datos iniciales:

Inversión Inicial		Inversión Adicional		Datos	
Desembolso	50	Desembolso	120	Volatilidad	36%
Valor Actual	45	Valor Actual	5	Rf	4,80%
VAN	-5			proyecto inicial	U
Tiempo	2				D
					1,433329415
					0,697676326

Comenzaremos calculando el árbol binomial de la inversión inicial, para ello multiplicaremos por el coeficiente de ascenso (U) y de descenso (D), así obtenemos lo siguiente:

Años	1	2	
		92,45	++
	64,50		
45		45,00	+-
	31,40		
		21,90	--

En el segundo año, se realizaría la ampliación dependiendo del valor del proyecto inicial por lo que el proyecto adicional puede tomar tres valores diferentes:

VAN ++	=	-120+(92,45*5)	342,25
VAN +-	=	-120+(45*5)	105,00
VAN --	=	-120+(21,90*5)	-10,48

Por lo tanto, el proyecto solo se llevaría acabo en los dos primeros escenarios pues en el tercero no sería rentable realizar la ampliación. De esta forma obtenemos que el VA de ambos proyectos en conjunto, en el segundo año, sería el siguiente:

VA++	=	92,45+342,25	434,70
VA+-	=	45+105,48	150,00
VA--	=	21,90+0	21,90

El Valor Actual del escenario totalmente negativo solo incluye el valor actual del proyecto inicial ya que no se llevaría acabo la ampliación si se diera este escenario.

Para obtener el valor neto total del proyecto global solo tenemos que realizar un árbol binomial, en el que: el segundo año serán los datos del valor actual del conjunto del proyecto; el año uno se calculará con las probabilidades neutrales al riesgo; y el año cero de igual forma al año uno pero restándole la inversión inicial que debemos realizar para el primer proyecto.

Para ello primero debemos calcular las probabilidades neutrales al riesgo que se calculan con la siguiente fórmula:

p	=	$((1+Rf)-D)/(U-D)$	47,62%
q	=	1-p	52,38%

Para obtener los datos haremos lo siguiente:

$$(VA_{++} * p + VA_{+-} * q) / (1 + Rf)$$

De esta forma obtenemos el siguiente árbol binomial:

Años	1	2
		434,70
	272,50	
113,36		150,00
	79,11	
		21,90
Valor de la Opción		118,36

El VAN total con la opción de ampliar es de 113,36 millones de euros, por lo tanto la

opción de ampliar un el negocio tendría un valor de 118,36 millones de € ya que al VAN total se le deduce el VAN negativo del proyecto inicial. Así podemos observar la posibilidad que tiene la empresa de ampliar un proyecto si las condiciones evolucionan de forma favorable. En nuestro ejemplo la empresa ASC abriría primero la pequeña tienda y, si esta evoluciona de una forma positiva, ampliaría el negocio para expandirse en el mercado polaco.

### 3.3. Caso práctico de la opción de abandonar

Para explica la utilidad de las opciones reales de abandono, vamos a suponer que una empresa puede realizar una inversión en una propiedad inmobiliaria por valor de 100 millones de euros, el horizonte temporal de esta inversión sería de 12 años. Los flujos de efectivo que se esperan ascienden a 105 millones, por lo que el VAN sería de 5 millones. Si la evolución de la inversión comenzará a no ser rentable para la empresa, esta tiene la posibilidad de abandonar la inversión vendiendo la propiedad por 80 millones en el sexto año, es decir, a mitad del horizonte temporal. Por último el tipo de interés libre de riesgo es de 3,8%.

La opción de abandono es una opción de venta europea, donde: el activo subyacente (S) es el valor de los flujos de caja del proyecto, 105 millones; el precio de ejercicio (X) es el valor de liquidación, es nuestro caso 80 millones; la volatilidad del mercado inmobiliario se ha estimado en un 43,5%; y el horizonte temporal (t) es de 6 años.

Tabla 6. Calculo de la opción de abandono

Volatilidad		43,50%				
Para poder trazar el árbol binomial del VA de los flujos de efectivo de la inversión, tenemos que calcular el coeficiente de ascenso y descenso:						
U	1,544963059					
D	0,647264667					
Calculemos primero la evolución del activo subyacente:						
Años	1	2	3	4	5	6
						1.427,90 €
					924,23 €	
				598,22 €		598,22 €
			387,21 €		387,21 €	
		250,63 €		250,63 €		250,63 €
	162,22 €		162,22 €		162,22 €	
105,00 €		105,00 €		105,00 €		105,00 €
	67,96 €		67,96 €		67,96 €	
		43,99 €		43,99 €		43,99 €
			28,47 €		28,47 €	
				18,43 €		18,43 €
					11,93 €	
						7,72 €
La opción de abandono tendrá valor cuando en alguno de los periodos el valor de liquidación sea superior al VA de los flujos de caja del activo, ya que en ese caso la empresa liquidaría la inversión. Por ello, tenemos que calcular ahora las probabilidades neutras al riesgo para poder ponderar la posibilidad de que ocurran los distintos caminos que puede tomar la evolución del activo subyacente:						
p	$((1+Rf)-D)/(U-D)$		43,53%			
q	1-p		56,47%			
Ahora procedemos a calcular el valor de la opción de abandono, el último año se obtendrá como el máximo entre cero y el valor de liquidación menos el valor de los flujos, cuando el valor de los flujos sea superior la opción de abandono no tendrá valor. Para los años anteriores poderemos por la probabilidad de ocurrencia de los flujos.						
Años	1	2	3	4	5	6
						0,00 €
					0,00 €	
				0,00 €		0,00 €
			0,00 €		0,00 €	
		3,16 €		0,00 €		0,00 €
	9,55 €		5,80 €		0,00 €	
17,58 €		15,12 €		10,66 €		0,00 €
	24,95 €		23,32 €		19,59 €	
		34,21 €		34,66 €		36,01 €
			44,90 €		48,60 €	
				55,82 €		61,57 €
					65,14 €	
						72,28 €

La opción de abandono tiene un valor de 17,58 millones de €, es decir, la opción que nos dan al realizar el proyecto de abandonar en mitad del horizonte temporal tiene un valor de 17,58 millones de €. Esto me aumenta el valor del VAN pues es una posibilidad de liquidar que tiene la empresa si la evolución de la inversión es desfavorable.

## 4. Conclusiones

Como hemos podido comprobar, la valoración con opciones reales, aunque tenga dificultad de cálculo, puede servir de apoyo a directivos y empresarios en la toma de decisiones. Aunque esta valoración se acerque a la realidad de una forma aproximada y no se pueda estar totalmente seguro de que la decisión sea acertada, pues la realidad es inestable y dinámica, nos ayuda a cuantificar los diferentes caminos que puede tomar la empresa y predecir las acciones futuras de la misma.

Por esta razón la valoración con opciones reales puede servir de apoyo a la dirección estratégica como hemos visto en los casos prácticos. Gracias a este método se puede valorar diferentes posibilidades empresariales y como estas aportan valor a los proyectos, pues estamos valorando movimientos que las empresas pueden o no hacer en el futuro.

En mi opinión después de estudiar este método, su aplicación y sus dificultades, creo que es un método óptimo para valorar las diferentes opciones a las que tiene que enfrentarse una compañía, quizás los cálculos no se cumplan de una forma exacta pero sirve como base para comparar las diferentes situaciones de un proyecto y poder elegir la más adecuada para el negocio. Por lo tanto, desde mi valoración personal utilizaría este método si en algún momento me enfrento a una situación parecida y recomendaría su uso, aun así tendría en cuenta sus limitaciones y lo utilizaría para guiar mi camino junto a la valoración del entorno de la empresa y demás análisis que he aprendido a realizar en el grado de Administración y Dirección de Empresas. Por lo tanto, no lo utilizaría como un método único sino como complemento a otros análisis y modelos aprendidos. Los entornos empresariales no dejan de aumentar su complejidad y en muchas ocasiones solo se cuenta con análisis cualitativos, aportar valoraciones numéricas ayuda a aclarar muchas de las situaciones en las que se mueve la empresa.

En los casos prácticos podemos ver como este método valora situaciones que pueden ocurrir en la práctica empresarial. Por ejemplo en el caso de diferir un año una inversión, esa posibilidad de realizar un proyecto un año más tarde tiene valor y cualquier directivo sería capaz de entenderlo, pero muchas veces se necesita una cifra para poder comparar entre realizar algo en este instante o postergarlo. Al igual, en el caso de abandono, cuando se presenta la oportunidad de liquidar si la inversión no evoluciona de forma favorable, a simple vista se sabe que esa posibilidad tiene valor, pero el VAN no la calcula, pues solo descuenta los flujos de caja futuros no la oportunidad de abandonar en un cierto momento.

Nunca ha sido fácil dirigir una empresa o tomar grandes decisiones para ella, y el entorno globalizado en el que nos movemos con crisis económicas y mundiales cada vez más cercanas en el tiempo, solo ha agravado esta situación. Pero las finanzas y ciencias empresariales no nos dejan solos ante ello, y evolucionan a nuestro favor. Como dijo Warren Buffett:

*“Predecir la lluvia no cuenta. Construir arcas sí.”*

(Buffett)

Y eso es lo que se consigue con este método, quizás no podamos predecir con exactitud qué es lo que va a ocurrir en el futuro de una empresa pero si podemos preparar a nuestra empresa para el futuro, valorando los caminos que esta pueda tomar, lo que es la principal obligación de todo gestor de una empresa.

# 5. BIBLIOGRAFÍA

- Barón, L. M. (s.f.). *Valoración de Proyectos de Construcción*. Obtenido de [file:///C:/Users/aniya/Downloads/Valoracion\\_de\\_Proyectos\\_de\\_Construccion.pdf](file:///C:/Users/aniya/Downloads/Valoracion_de_Proyectos_de_Construccion.pdf)
- Buffett, W. (s.f.). Obtenido de <https://www.lifeder.com/frases-de-warren-buffett/>
- Damodaran, A. (s.f.). *Real Options*. Obtenido de <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/pdfiles/valrisk/ch8.pdf>
- Diccionario de la Real Academia Española. (s.f.). *Diccionario de la lengua española*. Obtenido de <http://dle.rae.es/?id=R5ncFn4>
- El economista*. (12 de Junio de 2017). Obtenido de <http://www.economista.es/indice/IBEX-35/analisis-tecnico/riesgos>
- Espitia Escuer, M., & Pastor Agustín, G. (2003). *Las Opciones Reales y su Influencia en la Valoración de Empresas*. Zaragoza: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales.
- Fernández, P. (22 de Marzo de 2016). *Valoración de opciones reales: dificultades, problemas y errores*. Obtenido de <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=4260220090200250720301141190950880230370210700630250490290960821090000950680880010990090330490610450220490951191160971141250670420340440500850991140651271230710580380491260961130950650980281201271210011221171151>
- Kester, W. C. (1984). *Today's options for tomorrow's growth*. Harvard Business Review.
- Mascareñas, J. (s.f.). *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas*. Obtenido de <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/jmas/mon/38.pdf>
- Mascareñas, J., Lamothe, P., López Lubián, F. J., & de Luna, W. (2004). *Opciones reales y valoración de activos*. Madrid: PERSON EDUCACIÓN.
- Myers, S. (1984). *"Finance Theory and Financial strateg"*. Interfaces.
- Universidad de Jaén. (2015). *Normativa\_TFG\_UJA\_FINAL\_CG\_TAUJA\_Modif\_Ene\_15.pdf*. Obtenido de [http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/fachum/tfg/Normativa\\_TFG\\_UJA\\_FINAL\\_CG\\_TAUJA\\_Modif\\_Ene\\_15.pdf](http://www10.ujaen.es/sites/default/files/users/fachum/tfg/Normativa_TFG_UJA_FINAL_CG_TAUJA_Modif_Ene_15.pdf)

Universidad de Jaén. (s.f.). *competencias\_Grado\_ADE.pdf*. Obtenido de [http://estudios.ujaen.es/sites/grados.ujaen.es/files/competencias\\_Grado\\_ADE.pdf](http://estudios.ujaen.es/sites/grados.ujaen.es/files/competencias_Grado_ADE.pdf)