

Universidad del Bío-Bío.  
Facultad de Ciencias Empresariales  
Programa de Postgrados  
Magíster: Dirección de empresas  
MdE



Memoria para optar el título de magister en dirección de  
empresas:  
“Nuevos enfoques en la Valoración de empresas: Caso  
práctico de una empresa de transporte de carga chilena.”

Alumna:	Karen Mainhard E.
Profesor Guía:	Mauricio Gutiérrez U.
Fecha:	16-03-2015

## Contenido

Introducción .....	5
Justificación.....	6
Objetivos .....	7
Capítulo 1. Métodos Tradicionales de Valoración de empresas .....	7
1.1 Modelos basados en el balance .....	8
1.2 Modelos basados en múltiplos .....	9
1.3 Modelos basados en el descuento de flujos .....	10
1.4 Limitaciones de modelos tradicionales.....	11
Capítulo 2. Métodos de Valoración a través de opciones reales .....	12
2.1 ¿Qué son las opciones?.....	13
2.2 Opciones reales .....	16
2.2.1 Tipos de opciones reales .....	17
2.3 Modelos de Valoración de opciones .....	18
2.3.1 Opciones financieras como base de las opciones reales .....	19
2.3.2 Modelo Binomial .....	21
2.3.3 Modelo de Black Scholes .....	25
2.3.4 Simulación de Montecarlo.....	30
2.3.5 Least Squares Monte Carlo (LSM).....	34
2.4 El Riesgo.....	42
Capítulo 3. Descripción de la empresa .....	45
3.1 Infraestructura .....	46
3.2 Estructura de propiedad .....	47
3.3 Hitos 2013.....	47
3.4 Clientes y proveedores.....	48
3.5 Participación de Mercado y distribución de los Ingresos de FEPASA S.A .....	50
3.6 Análisis financieros y de ratios .....	52
Capítulo 4. Valoración para FEPASA S.A .....	55
4.1 Consideraciones generales.....	55
4.2 Determinación de la tasa de descuento.....	55

4.3 Flujos proyectados.....	58
4.3.1 Estimación del crecimiento de las ventas.....	59
4.3.2 Costos, impuestos y otros componentes del flujo.....	62
4.3.3 Tasa de crecimiento “g” .....	64
4.3.4 Estimación de Flujos proyectados .....	64
4.4 Determinación del valor empresa por DFC .....	66
4.5 Análisis Pasivos financieros y Préstamos y leasing FEPASA.....	66
4.6 Valorización por opciones reales .....	69
4.6.1 Valoración por opciones reales a través del Modelo Binomial.....	73
4.6.2 Valoración por opciones reales a través del método de Black Scholes .....	77
4.6.3 Valoración por opciones reales a través de Simulación de Monte Carlo.....	78
4.7 Resumen resultados obtenidos .....	79
Conclusiones .....	80
Referencias .....	83

## Índice de Figuras

Figura 1: Entornos de mayor potencial para las opciones reales .....	13
Figura 2 Flujograma del algoritmo LSM .....	39

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 Evolución de la opción call según un proceso binomial multiplicativo .....	24
Gráfico 2 Simulación de Monte Carlo y cono de incertidumbre .....	32
Gráfico 3 Participación de Mercado de FEPASA S.A .....	51
Gráfico 4 Participación por sector industrial en los ingresos de FEPASA S.A .....	51
Gráfico 5 Distribución de Ingresos por tipo de negocio de FEPASA S.A .....	52
Gráfico 6 Proyección estimada de crecimiento de acuerdo al PICAF .....	61
Gráfico 7 Resultados simulación de Monte Carlo para la variabilidad de activos .....	72
Gráfico 8 Valor del patrimonio en cada una de las iteraciones, según la opción call , modelo binomial .....	75
Gráfico 9 Valor del las acciones en cada una de las iteraciones, según la opción call,	

modelo binomial .....	76
Gráfico 10 Valor del patrimonio promedio de las iteraciones por Monte Carlo .....	78

## Índice de Tablas

Tabla 1 Comparación de opciones financieras y opciones reales.....	20
Tabla 2 Estructura de propiedad de FEPASA S.A .....	47
Tabla 3 Principales proveedores FEPASA S.A .....	49
Tabla 4 Principales proveedores .....	50
Tabla 5 Balance General FEPASA S.A 2013-2012 .....	52
Tabla 6 Estado de resultado FEPASA S.A 2013-2012 .....	53
Tabla 7 Flujos de caja FEPASA S.A 2013-2012 .....	53
Tabla 8 Principales ratios FEPASA S.A 2013-2012 .....	54
Tabla 9 Cálculo del Beta .....	57
Tabla 10 Promedio ratio deuda financiera sobre valor empresa .....	58
Tabla 11 Porcentaje de crecimiento estimado para las ventas .....	62
Tabla 12 Promedio ponderaciones de los costos y otro componentes .....	63
Tabla 13 Flujos de caja proyectados .....	65
Tabla 14 Resumen Valoración empresa .....	66
Tabla 15 Obligaciones con entidades financieras de FEPASA S.A .....	67
Tabla 16 Tasa promedio ponderada de las obligaciones financieras .....	68
Tabla 17 Promedio de Meses de las obligaciones financieras de FEPASA S.A .....	68
Tabla 18 Varianza histórica de FEPASA a través de los sectores de ventas mas importantes medidas por su FOB de exportaciones. ....	70
Tabla 19 Resumen datos para valoración por opciones .....	73
Tabla 20 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Binomial .....	74
Tabla 21 Valor del patrimonio, por medio de opciones, valorizadas a través del modelo binomial, después de 90 iteraciones.....	75
Tabla 22 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Black Scholes .....	76
Tabla 23 Resumen resultados obtenidos .....	79

## **Introducción**

En el mundo empresarial se torna una constante preguntarse ¿Cuánto vale mi empresa? Lo que generalmente genera controversias al verse involucrado una serie de factores internos y externos, económicos, sociales, tecnológicos, productivos, laborales, legales, de mercado y además al existir una variedad de herramientas que permiten cuantificar o valorizar empresas o proyectos.

Conocer el valor de nuestra empresa es un objetivo que puede determinarse en cualquier situación pero se prioriza para la evaluación de la gestión de administración cuando los propietarios buscan maximizar el valor de la firma y además es fundamental a la hora de buscar financiamiento para nuevos proyectos, o buscar nuevos inversionistas o accionistas.

Dado todos estos acontecimientos es de suma importancia para los potenciales inversionistas, obtener una fuente de valoración confiable y que tome en cuenta todas las variables que ellos consideren importantes.

En el entorno actual donde existe una elevada incertidumbre respecto al futuro, la problemática se centra en que se hace complicado evaluar si una empresa es susceptible de crear valor futuro. Por esta razón las empresas no debiesen ser valoradas solo por los mismos métodos tradicionales que han probado ser inadecuados al no incorporar la flexibilidad en la creación de valor económico de las empresas o proyectos de inversión. Esta posibilidad de inversión ante un desarrollo concreto se denomina flexibilidad operativa.

Para lograr conocer este valor uno de los avances más importante en la valoración de empresas y proyectos es la valoración a través de la teoría de opciones reales que incorporan incertidumbre y flexibilidad como determinantes claves del valor de un proyecto o una firma y requiere un criterio de valoración expandido.

Por ejemplo, tal como plantean Amram & Kulatilaka (2000), “desde el punto de vista tradicional, cuanto mayor es el nivel de incertidumbre, menor es el valor del activo. El punto de vista de las opciones, demuestra que una mayor incertidumbre puede provocar un valor

superior del activo, si los directivos logran identificar y utilizar sus opciones para responder con flexibilidad al desarrollo de los acontecimientos”.

En la presente tesis se comenzará con el estudio de los métodos tradicionales de valoración de empresas, revisando principalmente los métodos basados en los balances, en múltiplos y en descuentos de flujos y finalmente en este capítulo se analizarán las limitaciones que presentan estos modelos. Posteriormente entraremos en el mundo de la valoración de opciones reales, para lo cual se revisará que son las opciones, reales y cuales son algunos de los modelos de valoración, se estudiará el Modelo binomial, Black-Scholes, Simulación de Montecarlo y Least Squares Monte Carlo (LSM). Finalmente se procederá a Valorizar la empresa FEPASA S.A por el método de los flujos descontados para luego valorizar a través de opciones financieras usando el modelo Binomial de Black-Scholes y simulación de Monte Carlo.

## **Justificación**

La valoración de empresas utilizando opciones reales es un tema poco estudiado en las universidades chilenas y además poco usado en el ambiente empresarial.

Con esta tesis se busca resaltar y dar a conocer de este nuevo enfoque de valoración los conceptos y características más importantes, los componentes que intervienen y su aplicación a una empresa de transporte carga chilena mediante elementos de incertidumbre y volatilidad ya que como se mencionó es un tema que no se utiliza con frecuencia.

La visión tradicional de valoración de empresas para estimar el valor de la compañía solo considera los flujos de caja directamente generada o a generar por esta compañía. Estos enfoques se utilizan generalmente en un entorno económico estable, donde no se considera el riesgo ni la incertidumbre.

En función del entorno económico de hoy en día se presenta este nuevo enfoque de valoración utilizando opciones reales y financieras como un camino alternativo para la valoración de empresas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Valorar una compañía de transporte de carga chilena a través de la metodología de opciones reales

### **Objetivos específicos**

Determinar los elementos claves para la valoración de una empresa de transporte de carga chilena.

Analizar comparativamente las herramientas de decisión de métodos tradicionales de valoración con el análisis de opciones reales para una empresa de transporte de carga chilena.

## **Capítulo 1. Métodos Tradicionales de Valoración de empresas**

La valoración de empresas implica considerar distintos aspectos preguntándonos que es lo que queremos valorar, en qué momento estamos valorando, cuales son los objetivos que se persiguen con la valoración, que disponibilidad de información tenemos de la empresa de y cuáles son los posibles métodos a utilizar. Por ejemplo conocer el valor de nuestra empresa es fundamental a la hora de buscar financiamiento para nuestros proyectos, además es importante en el mercado competitivo actual saber cómo nos encontramos, cuánto nos falta para llegar donde queremos estar y como estamos en comparación a la competencia.

No obstante, cualquiera que sea el motivo de la valoración, en definitiva lo que se busca valorar es la capacidad de la dirección para incrementar la riqueza de la empresa. Este hecho hace difícil establecer el valor ideal de la empresa y más complejo aun es escoger el método adecuado para estimar dicho valor (Pisón: 2001).

Existen ciertos números limitados de metodologías que son generalmente aceptados y considerados como los mejores enfoques para estimar el valor de una dentro de las metodologías más utilizadas son las basadas en valores contables, múltiplos y descuentos de

flujos, cada una de ellas tiene sus modelos más habituales aunque igual existen otros válidos y aceptados.

### 1.1 Modelos basados en el balance

Estos métodos recurren directamente a la información contenida en el estado de posición financiera para determinar el valor de una empresa. En su versión más simple, éste sería igual a los recursos propios, que aparecen en un Balance preparado de acuerdo con principios contables generalmente aceptados.

Los más utilizados son:

**Valor en libros:** Esta metodología se apoya en el Modelo de partida doble, con lo cual, el valor de la compañía es el valor del patrimonio.

$$(1) \quad V = E - A - D$$

Donde:

V= Valor de la compañía

E= Patrimonio

A= Activo

D= Pasivo

**Valor en libros Ajustados:** Se toman los mismos activos que en el caso anterior sustituyendo su valor por el más cercano a la realidad. Estos ajustes presentan el inconveniente de que las empresas suelen tener elementos en sus balances que no tienen un mercado de segunda mano.

$$(2) \quad V = E_A = A_A - P_A$$

**Valor de Liquidación:** Es lo que valdría la compañía al ser liquidada, con lo cual, quedaría el valor del patrimonio ajustado menos los gastos generados por el cierre.



$$(3) \quad V = E_A = A_A - P_A - G$$

Donde G representa los gastos ocasionados por la liquidación.

**Valor de reposición:** Este método supone que el valor de la compañía es igual a la suma del valor de compra de activos que son necesarios para la operación del negocio.

$$(4) \quad V = \sum_{j=i}^n A_j$$

Donde  $A_j$  representa el valor de compra del activo.

## 1.2 Modelos basados en múltiplos

Santandreu & Torres, (2012) señalan que este método consiste en multiplicar algún parámetro de la empresa entre los cuales pueden ser el beneficio, las ventas o el número de clientes, por un determinado valor (n). Esta (n) suele determinarse a partir de comparar los resultados de valoraciones de empresas similares (mismo sector, tamaño, etc.) y el parámetro sobre el cual se aplicara el múltiplo.

Los múltiplos consisten en multiplicar algún parámetro de la compañía, como puede ser el beneficio, las ventas o el número de clientes, por un determinado valor (n). Esta (n) suele determinarse a partir de buscar relaciones entre el valor de compañías similares (mismo sector, tamaño, etc.) y el parámetro sobre el cual se aplicara el múltiplo.

Los más utilizados son:

**PER (Valor de cotización de la empresa / Beneficio).** = Calculado para una empresa de la que sepamos el valor de mercado -por ejemplo, una empresa que cotice en un mercado organizado, podría servir de referencia para calcular el valor de otra organización de la que solo conocemos su beneficio.

**EBITDA (Beneficio Antes de Intereses e Impuestos más la amortización).** = Este múltiplo fue muy utilizado por empresas de capital riesgo en los periodos de crecimiento

económico y en los negocios basados en nuevas tecnologías. Este puede relacionarse, entre otros, con los ingresos por venta o número de clientes

### 1.3 Modelos basados en el descuento de flujos

**Flujo de fondos descontados:** Menéndez (2010) señala que el análisis del descuento de flujos de caja (DCF) predice una corriente de flujos de fondos, que pueden entrar y salir durante la vida probable de un proyecto o empresa, y luego los descuenta a una determinada tasa, generalmente el costo del capital, que refleja tanto el valor del dinero en términos de tiempo como el grado de riesgo de esos flujos de fondos, es decir, consiste en traer a valor presente los flujos de caja y esto se hace mediante la aplicación del valor actual de los flujos (VA).

Denominamos VA al valor actual de los flujos de fondos futuros:

$$(5) \quad VA = \frac{FF1}{(1+i)^1} + \frac{FF2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{FFn}{(1+i)^n} + \frac{FFt}{(1+i)^t}$$

Donde  $i$  es la tasa de descuento acorde con el riesgo de la inversión, o costo de oportunidad del capital, y  $n$  es la cantidad de flujos de fondos.

Por su parte el VAN es la suma de los flujos de fondos descontados del proyecto o empresa, incluyendo el costo de la inversión. Podemos diferenciar dos componentes dentro del VAN: por un lado, la inversión inicial, que va a ser negativa; por el otro, los flujos de fondos futuros (FFT). Éstos son generalmente positivos, pero pueden ser negativos en aquellos casos que se consideren erogaciones futuras relacionadas con el proyecto.

Entonces, el VAN queda definido como:

$$(6) \quad \text{VAN} = - \text{Inversión} + \text{VA}$$

$$\text{VAN} = - \text{Inversión} + \text{FF1}(1-i)^{01} + \text{FF2}(1-i)^{02} + \dots + \text{FFn}(1-i)^{0n} + \text{FFt}(1-i)^{0t}$$

#### 1.4 Limitaciones de modelos tradicionales.

Como pudimos apreciar en los párrafos anteriores, visualizamos la existencia de una gran variedad de métodos que se pueden utilizar para valorar una empresa, pero cada uno de ellos presenta diferentes características que los hacen más o menos útiles al momento de pretender utilizarlos para determinar el valor creado por la empresa.

Aquellos métodos de valorización que utilizan la información contable para valorar la empresa, se ven enfrentados a una serie de problemas, descritos muy acertadamente por Martin & Petty (2001), a saber:

- Los beneficios contables no son iguales al flujo de efectivo,
- Los datos contables hacen referencia al pasado,
- Los datos contables no reflejan el riesgo,
- Los datos contables no incluyen el costo de oportunidad del capital,
- Las prácticas contables difieren de una empresa a otra, y
- Los datos contables no consideran el factor tiempo del dinero.

Por otra parte la visión tradicional de la valoración de empresas a través de DFC sólo considera para estimar el valor de una compañía o negocio a los flujos de caja directamente generados o a generar por dicha compañía y/o negocio. Este enfoque supone subestimar el valor de las empresas y proyectos al no considerar aspectos como la realización de un proyecto de inversión que supone la adquisición de oportunidades de crecimiento futuro en mercados/productos relacionados. Como señalan Grinblatt, Titman & Wermers (1995), “Las nuevas oportunidades que se le presentan a la empresa son a menudo fruto de la información y de relaciones desarrolladas en el curso de los proyectos de inversión adoptados en el pasado. Por ello, las empresas deberían evaluar un proyecto de inversión teniendo en cuenta no sólo

los flujos de caja directos que él mismo produce, sino también su potencial para generar información relevante y para desarrollar relaciones valiosas”.

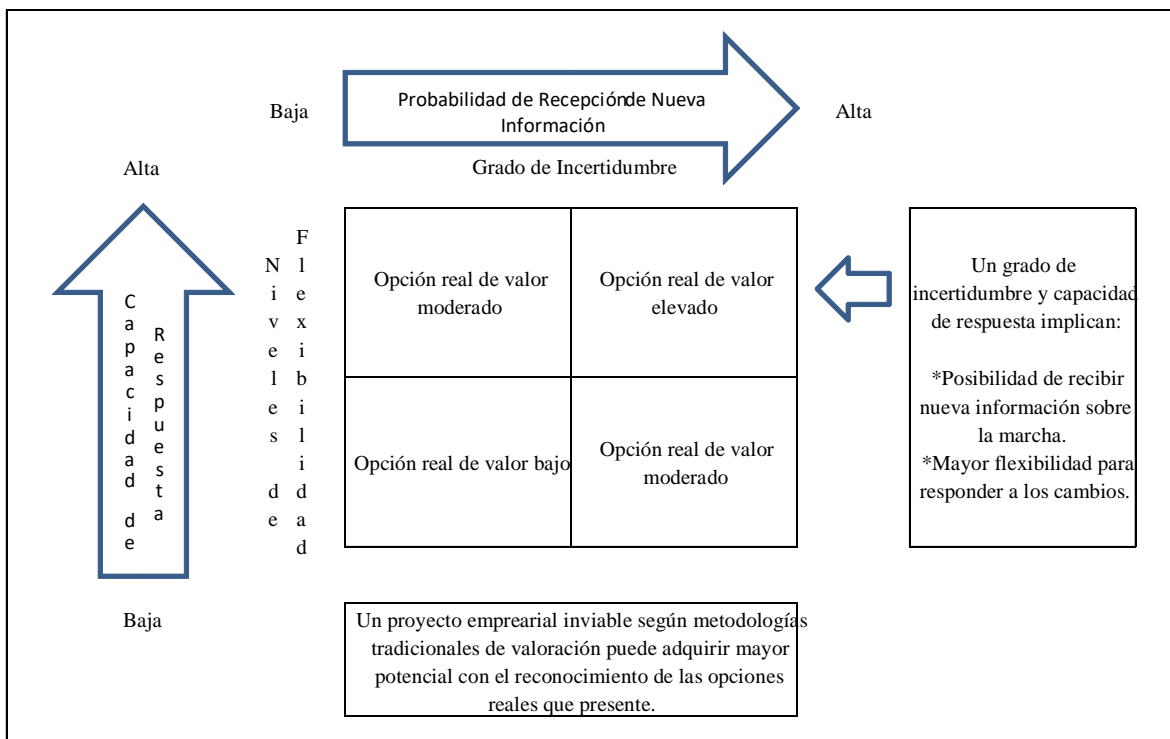
Según Andalaft & Gallardo (2008) “El modelo tradicional de valoración del valor actual neto (VAN), tiene como limitante no incorporar la flexibilidad en la creación de valor económico del proyecto de inversión, ya que todo proyecto se gestiona en base a los acontecimientos que se van presentando. Esta posibilidad de inversión ante un desarrollo concreto se denomina flexibilidad operativa. Para lograr conocer este valor, por lo general se utilizan técnicas de valoración que incorporan escenarios futuros basados en probabilidades”.

## **Capítulo 2. Métodos de Valoración a través de opciones reales**

Cuando anteriormente mencionamos que existen muchas variables significativas de las cuales no es posible asegurarnos su comportamiento futuro, estábamos estableciendo desde ya el concepto de opciones ya que ante esa incertidumbre, la dirección de la empresa está en posición de decidir opciones de intercambio entre, por ejemplo, materias primas y/o tecnologías. El hecho de adecuarse y poder optar (o mejor dicho, las opciones) posee un valor el que debe ser considerado al momento de valorar una empresa.

Se tiene entonces que la posibilidad de recibir nueva información en el transcurso de la vida de una empresa aporta una mayor flexibilidad que ayuda a responder a los cambios. La siguiente figura muestra la relación entre la disponibilidad de nueva información y la capacidad de respuesta.

### **Figura 1: Entornos de mayor potencial para las opciones reales**



Fuente: Gallardo & Andalaft (2008)

## 2.1 ¿Qué son las opciones?

Copeland & Antikarov (2001) definen a las Opciones Reales como “un derecho, pero no una obligación, de tomar una acción a un determinado costo por un período predeterminado”.

Las opciones como indica Mauboussin M. (1999) son especialmente importantes en las empresas que reúnen las siguientes características: Empresas líderes en su mercado, con gran capacidad de aprovechar economías de escala, economías de alcance, etc. Mercados con un alto nivel de incertidumbre como son los englobados en la "Nueva Economía", como empresas tecnológicas, biotecnología, etc. Lo cierto es que los niveles de incertidumbre han aumentado y/o se analizan mejor en muchos sectores económicos

En cada empresa, estos factores de incertidumbre tendrán una menor o mayor importancia. La correcta identificación de los mismos para el activo que estemos analizando es clave para aplicar de forma efectiva el enfoque de opciones.

En conclusión una Opción es un contrato que otorga al comprador (a cambio del pago de una prima) el derecho, pero no la obligación, a comprar o vender un determinado activo subyacente, a un precio fijado de antemano (precio de ejercicio), en un plazo determinado o fecha de vencimiento. Por el contrario, el vendedor de la opción está obligado a comprar o vender el activo subyacente al comprador de la opción si este decide ejercer su derecho de compra o venta. Así, en el momento de vencimiento, el comprador de la opción decidirá si le interesa ejercitar o no su derecho de compra o venta, en función de la diferencia entre el precio fijado en el contrato (precio de ejercicio) y el precio que tenga el activo subyacente en el mercado. Las opciones de compra se llaman CALL y las de ventas PUT.

### Opciones Call y Put

El dueño de un call ejercerá su derecho de adquirir la acción al precio  $K$  en el momento  $T$ , si el precio  $P_1(T)$  de la acción es mayor que el precio strike  $K$ . Después de esto, él podría sacar al mercado la acción al precio  $P_1(T)$  y así hacer uso de su opción y obtener una ganancia de  $P_1(T) - K$ . Por el contrario, si el precio  $P_1(T)$  de la acción es menor que  $K$ , entonces el dueño del call no hará uso de su derecho. Esto es debido a que si él quisiera hacerse acreedor de la acción, le resultaría más favorable conseguirlo directamente en el mercado.  $L(P_1(T) - K)$  a posesión de un call en este caso no redundará en una ganancia. Es así como se identifica un call europeo con el premio de la opción.

$$(7) \quad B_{call} = (P_1(T) - K)^+$$

De manera similar se comportará el dueño de un put. Éste aprovechará su derecho de vender la acción al precio  $K$  cuando el precio  $P_1(T)$  de la acción sea menor a la del precio strike  $K$  dentro del tiempo remanente hasta la expiración de la opción. De ejercer la opción, él obtendría una ganancia de  $(K - P_1(T))$ . Si en cambio el precio  $P_1(T)$  de la acción es mayor que  $K$ , entonces el dueño del put no ejercerá su derecho, ya que si él deseara vender la acción le resultaría más beneficioso hacerlo directamente en el mercado. Es así como se identifica un put europeo con el premio de la opción

$$(8) \quad B_{put} = (k - P_1(T))^+$$

En cuanto al momento en que se pueden ejercer las opciones, estas se diferencian en Europeas si se ejercen sólo en la fecha de vencimiento o Americanas si se pueden ejercer en cualquier momento desde su contratación hasta la fecha de vencimiento.

### **Call europea**

Cuando decimos que el tomador puede ejercer la opción en una fecha futura determinada, estamos implicando que solamente podrá utilizar su derecho en ese momento (en la fecha de expiración o vencimiento), y no antes ni después del mismo. En este caso, la opción se llama europea.

### **Call americana**

Por otra parte, cuando el tomador puede ejercer su contrato hasta una fecha futura determinada queremos decir que podrá utilizar su derecho desde el momento en que paga la prima y hasta la fecha de expiración. En este caso, decimos que la opción es americana al respecto dice Vitoriano (2012) que “En una opción americana o bermudas el ejercicio de la opción puede llevarse a cabo antes de la fecha de vencimiento. En tal caso, en cada momento que se puede ejercitar hay un pay-off que viene determinado por el valor del subyacente. Aunque puede darse el caso de que incluso con un pay-off positivo no se ejerza la opción con el fin de ejercerla más adelante. La curva de precios del subyacente a lo largo del tiempo determina los valores para los que es óptimo ejercer la acción es lo que se llama frontera de ejercicio óptimo. Este precio marca la frontera entre la conveniencia o no del ejercicio en ese momento. En la valoración de opciones americanas y bermudas no se busca sólo su valor sino también la frontera de ejercicio óptimo. Los problemas para este tipo de opciones se conocen como problemas de frontera libre y son mucho más complejos que para las opciones europeas”.

### **Put europea**

Una opción de venta será europea si puede ejercerse únicamente en la fecha de expiración. Ésta corresponde a la expresión “en una fecha futura”, de la definición realizada anteriormente. Es decir, que el derecho que brinda la Opción puede utilizarse únicamente en la fecha de expiración del contrato, ni antes ni después.

### **Put americana**

Cuando el ejercicio del derecho que brinda la opción para vender el subyacente puede ejercerse en cualquier momento desde que se adquiere el Put, y hasta su vencimiento, diremos que se trata de una opción de venta americana. Este tipo de contrato corresponde a la expresión “hasta una fecha futura” de la definición.

## **2.2 Opciones reales**

La valoración de una empresa o de un proyecto que proporciona algún tipo de flexibilidad futura –opciones reales- no puede realizarse correctamente con las técnicas tradicionales de actualización de flujos futuros (VAN o TIR). Una opción real está presente en un proyecto de inversión cuando existe alguna posibilidad futura de actuación al conocerse la resolución de alguna incertidumbre actual (Fernández, 2001)

El término de opciones reales fue establecido por Stewar Myers en 1977, para hacer referencia a la aplicación de la teoría de opciones en la valoración de bienes no financieros, específicamente a la inversión en activos reales que presentaran un componente de flexibilidad, tal como la inversión en investigación y desarrollo y en la expansión de plantas de manufactura (Myers, 1977).

Las opciones reales son un método para valorar proyectos de inversión que parte de la premisa de que los proyectos de inversión reales pueden asemejarse a las opciones financieras (call y put) y no a una cartera de bonos sin riesgo como el VPN, el cual deja de ser útil cuando se presentan situaciones en las que no necesariamente el proyecto tiene que realizarse inmediatamente, es decir, cumplirse más adelante o por partes (crecimiento contingente).



Dixit y Pindyck, (1994). En otras palabras, el enfoque de las opciones reales es la extensión de la Teoría de Opciones Financieras a opciones en activos reales (no financieros) que permiten modificar un proyecto con la intención de incrementar su valor.

Las opciones reales permiten añadir valor a la empresa, al aumentar las ganancias o reducir las pérdidas. A menudo no se utiliza el término opción para describir estas oportunidades, más bien se hace referencia a ellas como intangibles más que como opciones de compra o de venta, pero cuando se evalúan propuestas de inversión importantes, estas opciones intangibles son a menudo la clave de las decisiones. Una excelente perspectiva acerca del aprovechamiento de opciones reales para la gestión estratégica de la firma puede encontrarse en los aportes de Dixit & Pindyck (1994) y en Trigeorgis (1999).

### **2.2.1 Tipos de opciones reales**

Según (Mascareñas, 2007) Los tipos de opciones reales se pueden clasificar en tres grupos que pueden estar interrelacionados:

#### **1. Diferir / Aprender**

- a) .La opción de diferir (option to defer) un proyecto proporciona a su propietario el derecho a posponer su realización durante un plazo de tiempo determinado. Esto le permite aprovecharse de la reducción de la incertidumbre lo que en sí puede ser valioso.
- b) La opción de aprendizaje (learning option) proporciona a su propietario la posibilidad de obtener información a cambio de un coste determinado.

#### **2. Inversión / Crecimiento**

- a) La opción de ampliar (scale up option) un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un coste adicional y de esta manera el proyecto resultante tendrá un tamaño mayor al inicial.
- b) La opción de intercambio (switch up option) proporciona a su propietario el derecho a intercambiar productos, procesos o plantas, dada una alteración favorable en el precio subyacente o en la demanda de factores o productos.
- c) La opción de ampliación del alcance (scope up option) permite apalancar un proyecto realizado en un sector determinado para que pueda ser utilizado además en otro sector relacionado

### **3. Desinvertir / Reducir**

- a) La opción de reducir (scale down option) un proyecto de inversión proporciona a su propietario el derecho a renunciar a una parte del mismo a cambio de un ahorro adicional de costes.
- b) La opción de intercambio (switch down option) permite adaptarse a una estructura de costes más liviana y a unos activos más flexibles para responder a un cambio adverso en la demanda.
- c) .La opción de reducción del alcance (scope down option) permite reducir, e incluso abandonar, el alcance de las operaciones en un sector relacionado cuando el potencial de negocio se reduce o desaparece.
  - i. La opción de abandono (option to abandon) proporciona a su propietario la posibilidad de vender, liquidar o abandonar un proyecto determinado.
  - ii. La opción de cierre temporal (option to temporarily shut down) que proporciona a su propietario el derecho a abandonar de forma temporal la explotación de un proyecto de inversión.

## **2.3 Modelos de Valoración de opciones**

### 2.3.1 Opciones financieras como base de las opciones reales

Las opciones y los futuros son las principales modalidades de los instrumentos financieros derivados utilizados para minimizar los riesgos en las operaciones comerciales financieras, aislar la actividad económica de la empresa de las fluctuaciones de los mercados financieros y aumentar la eficacia de las previsiones empresariales, facilitando la confianza en la gestión, al dotar de mayor seguridad las transacciones de la empresa con el exterior (Hernández, 2002).

Desde el punto de vista del derecho, un accionista de una sociedad con responsabilidad limitada es el propietario legítimo del activo de la empresa. Sin embargo, cuando la corporación está endeudada, ésta deberá afrontar el servicio de su deuda y, posteriormente, repartir los flujos de caja apropiados (dividendos y recompra de acciones) entre sus accionistas. Si la empresa no puede hacer frente al servicio de su deuda con los recursos generados por su negocio, acabará teniendo que liquidar su activo para poder pagarla e, incluso, en ocasiones ni siquiera con todo el activo convertido en dinero será suficiente. Por tanto, podemos pensar que mientras los acreedores no vean satisfechos sus derechos tienen una prelación sobre el activo, por lo que podemos considerar que es suyo temporalmente, o definitivamente, según que la empresa haga frente a sus obligaciones para con ellos, o no. Mascareñas (2012).

Las Opciones Financieras como base de las Opciones Reales tienen la misma de valuación; la diferencia estriba en que en el primer caso la opción de compra o venta se refiere a un activo financiero mientras que en el segundo caso la toma de decisión es sobre un proyecto de inversión. A continuación se muestra una tabla comparativa entre los dos tipos de opciones.

**Tabla 1 Comparación de opciones financieras y opciones reales.**

Opciones reales	Variable	Opciones financieras
-----------------	----------	----------------------

Valor de los activos operativos que se van a adquirir: VA de los flujos de caja que genere el activo real	S	Precio del activo financiero: VA de los flujos de caja que genere el activo financiero
Desembolsos requeridos para adquirir el activo real: Costo del proyecto de inversión	X	Precio de ejercicio al que se tiene derecho a adquirir el activo financiero
Longitud del tiempo que se puede demorar la decisión de realizar el proyecto de inversión	t	Tiempo hasta el vencimiento de la opción de compra
Riesgo del activo operativo subyacente: Volatilidad del VA de los flujos de caja	$\sigma^2$	Varianza de los rendimientos del activo financiero
Valor temporal del dinero	$r_f$	Tasa de interés sin riesgo
Flujos de caja a los que se renuncia por no realizar ahora mismo el proyecto de inversión	D	Dividendos del activo subyacente

Fuente: Mascareñas (2012)

Es interesante hacer notar como las acciones ordinarias de una compañía pueden asemejarse a las opciones. Para ello Mascareñas (2012) hace el siguiente análisis: la propiedad de una sociedad recae en los accionistas. No obstante cuando esta está endeudada se debe enfocar en saldar ese compromiso y sólo después de eso repartir lo sobrante entre los accionistas.

(9) 
$$\text{Si } V > D \rightarrow E = V - D$$

Donde V representa el valor de la empresa, D la magnitud de la deuda y E el valor de la acción.

Si no fuera posible saldar la deuda, la empresa debe responder incluso con su activo lo que implica que mientras no se responda a los acreedores, estos son dueños de ese activo. En este caso se tiene que:

$$(10) \quad \text{Si } V \leq D \rightarrow E = 0$$

Esta relación nos indica que cuando no se es posible cubrir la deuda, los accionistas responden por el valor de su inversión. Por lo tanto el valor de su acción (E) es cero.

En forma análoga se puede hacer el análisis con las opciones. Así una opción de compra C sobre un activo subyacente S, con un precio de ejercicio X se puede representar de la siguiente forma:

$$(11) \quad \text{Si } S > X \rightarrow C = S - X$$

$$(12) \quad \text{Si } S \leq X \rightarrow C = 0$$

La segunda expresión nos indica que si el valor del activo subyacente es menor al precio de equilibrio acordado previamente, la opción de compra no se ejercerá.

Luego es posible asimilar, financieramente hablando, las acciones ordinarias a opciones de compra sobre los activos de la compañía.

Desde el punto de vista del inversor, cuando él paga el precio de la acción lo que está haciendo es pagar el valor de la prima de una opción. A través de esto, el accionista tiene la facultad de ganar una cantidad ilimitada o, en caso contrario, perder sólo el precio que pagó por ella. Esto es exactamente lo que ocurre al adquirir una opción de compra.

La valoración de opciones, es decir, el cálculo del precio, prima o premio que hay que pagar para adquirir o recibir por emitir una opción, se ha convertido en una cuestión muy importante. En la actualidad hay varios modelos para la determinación del valor teórico de una opción, entre los cuales están:

### **2.3.2 Modelo Binomial**

Propuesto por Cox, Ross y Rubinstein en 1974. Es un modelo discreto que considera que la evolución del precio del activo subyacente varía según el proceso binomial multiplicativo; es decir, sólo puede tomar dos valores posibles, uno al alza y otro a la baja, con probabilidades asociadas p y 1- p. De esta forma, al extender esta distribución de probabilidades a lo largo

de un número determinado de períodos se consigue determinar el valor teórico de una opción (Cox, Ross & Rubinstein, 1979).

**Modelo binomial para un sólo periodo:** en este modelo, el valor teórico de una opción call viene dado por:

$$C = \frac{1}{r^*} [pC_u + (1 - p)C_d] \quad (13) \quad 1$$

Donde:

$$(14) \quad p = \frac{r^* - d}{u - d}$$

$$(15) \quad 1 - p = \frac{u - d}{r^* - d}$$

$$(16) \quad \begin{aligned} C_u &= \text{Max}[0, uS - E] \\ C_d &= \text{Max}[0, dS - E] \end{aligned}$$

Donde:

$C$  = Valor teórico de acción

$r^* = (1 + rf)$  Con la tasa libre de riesgo

$u$  = El movimiento multiplicativo al alza del precio subyacente en un período, con una probabilidad asociada de  $p$

$d$  = El movimiento multiplicativo a la baja del precio del subyacente en un período, con una probabilidad asociada de  $(1 - p)$

$C_u$  = Valor de la opción call al vencimiento con un movimiento multiplicativo al alza

$C_d$  = Valor de la opción call al vencimiento con un movimiento multiplicativo a la baja

$U_s$  = Evolución al alza del precio del subyacente

$D_s$  = Evolución a la baja del precio del subyacente

S= Precio de mercado del activo subyacente

E= Precio de ejercicio de la opción

El valor teórico de una opción put viene dado por:

$$(17) \quad P = \frac{1}{r} [pP_u + (1 - p)P_d]$$

$$P_u = \text{Max}[0, uS - E]$$

$$P_d = \text{Max}[0, uS - E]$$

Siendo:

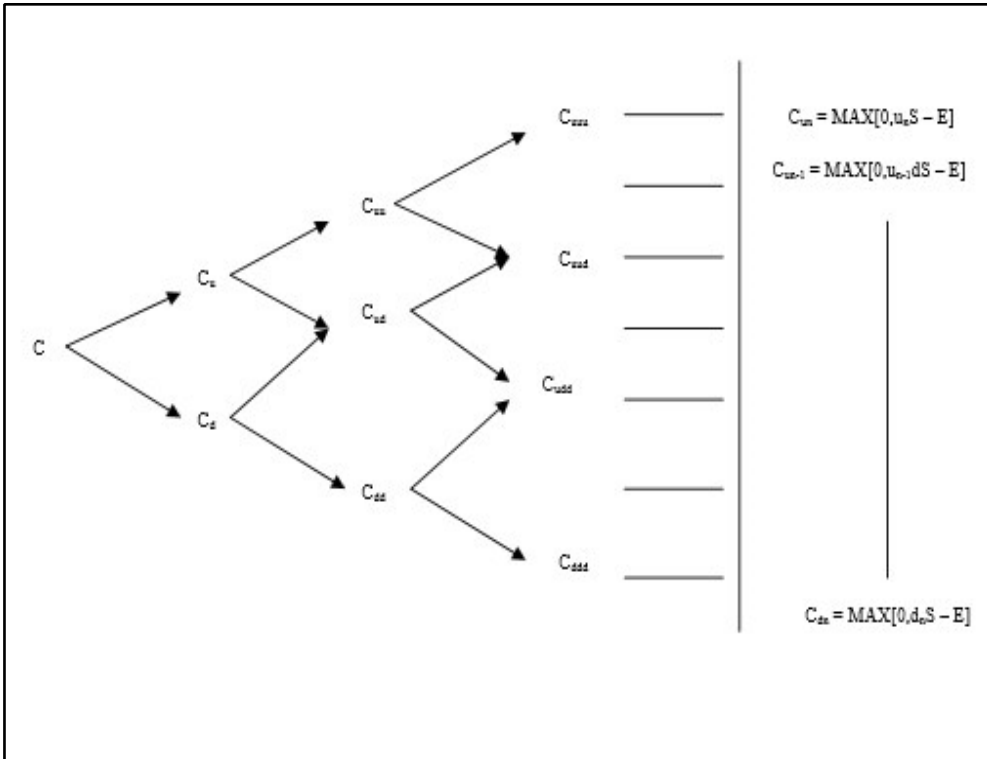
$P$  = Valor teórico de una opción put

$P_u$  = Valor de la opción put al vencimiento con un movimiento multiplicativo al alza

$P_d$  = Valor de la opción put al vencimiento con un movimiento multiplicativo a la baja

**Modelo binomial para dos o más periodos:** cuando el horizonte de planificación se generaliza a  $n$  periodos, como lo muestra el gráfico XX, la valoración de una opción se realiza calculando los valores de la misma al final de los  $n$  periodos y por un procedimiento recursivo (retrocediendo en el tiempo) ir calculando, mediante las fórmulas anteriores, su valor en cada nudo del diagrama o árbol.

**Gráfico 1 Evolución de la opción call según un proceso binomial multiplicativo**



Fuente: Hernández 2002

Si hacemos uso de la fórmula para un periodo, obtenemos:

$$C_U = \frac{1}{r^*} [pC_{UU} + (1-p)C_{Ud}] \quad (18) \quad 1$$

$$C_d = \frac{1}{r^*} [pC_{Ud} + (1-p)C_{dd}]$$

Una vez obtenidos  $C_u$  y  $C_d$ , nos encontramos nuevamente con el caso de un período. Por lo tanto

$$C = \frac{1}{r^*} [pC_U + (1-p)C_d] \quad (19) \quad 1$$

$$C = p^2 C_{uu} + 2p(1-p)C_{ud} + (1-p)^2 C_{dd}$$



El valor de la opción put también se puede calcular a partir del valor call, aplicando la siguiente fórmula:

$$P = C - S + \frac{E}{r^n} \quad (20)$$

La extensión de este modelo a un número infinito de períodos da lugar a la formulación que presenta el modelo de Black–Scholes. Sin embargo, la aproximación del modelo binomial a uno de tipo continuo, como el de Black–Scholes, se considera buena cuando el número de períodos es mayor de cincuenta.

Una aplicación reciente de este modelo fue presentada por Fontes, Camoes y Fonter (2007) al estudiar los sistemas de producción flexibles desde el enfoque de opciones reales. Sin embargo, reconoce que en algunos casos emplear un modelo de Markov puede ser una mejor decisión que emplear un árbol binomial.

En mi opinión una de las ventajas de este método es que los arboles binomiales son modelos en tiempo discreto y que son muy flexibles y capaces de incorporar muchas eventualidades como puede ser valorizar una opción americana o incluso incorporar dividendos. Arregui 2014 dice que Estos modelos permiten, por un lado, calcular los parámetros de cobertura, de forma que podemos conocer la manera adecuada de gestionar carteras en las que se utilicen o se repliquen opciones, y por otro lado, se pueden valorar opciones no líquidas sobre el mismo subyacente, como las negociadas en mercados OTC u opciones exóticas.

Una de las desventajas de este modelo es la característica que tienen los arboles binomiales de ser en tiempo discreto los que dificulta esta utilización como predicción del precio real del mercado al no coincidir posteriormente y que en esos momentos resultaría difícil de contrastar. Se debe tener en cuenta además que esta variable que es discreta (binomial) cuando el n tiende a infinito, y desde 50 en adelante y se transforma en continua (normal).

### 2.3.3 Modelo de Black Scholes

Publicado en 1973, es el modelo más antiguo pero a la vez el más utilizado. Después de Black y Scholes hubo una contribución importante en 1977, publicada por Richard Roll.

Según (Villamil, 2006) el supuesto más importante de Black y Scholes es que el comportamiento del precio de un activo sigue un movimiento browniano geométrico (mbg). Para entenderlo es preciso conocer las propiedades del llamado movimiento browniano o proceso Gauss-Wiener estándar.

Definición 1: se dice que el proceso estocástico  $\{W_t, t \geq 0\}$  con respecto a la filtración  $\mathfrak{F}_t$  es un proceso Gauss- Wiener si cumple<sup>1</sup>:

- $W_0 = 0$  con probabilidad uno
- $\{W_t - W_s\} \sim N(0, t - s)$
- Las variables aleatorias  $\{W_t - W_s\}$  y  $\{W_v - W_\mu\}$  son i.i.d  $\forall s \leq t < \mu \leq v$  (incrementos independientes)
- $\{W_{t+s} - W_s\}^d = W_t$
- Las trayectorias de  $W_t$  son continuas con probabilidad uno.

Los supuestos básicos en los que se sostiene el modelo de Black- Scholes, que son similares al modelo binomial son los siguientes:

- Mercado financiero perfecto, en el sentido de que los inversores pueden pedir prestados los recursos monetarios que necesiten, sin limitación alguna, a la vez que prestar sus excedentes de liquidez al mismo tipo de interés sin riesgo (rf), que es conocido y considerado constante en el período estimado.
- No existen comisiones ni costos de transacción ni de información.
- Ausencia de impuestos, y si existen, gravarían por igual a todos los inversores.
- La acción o activo subyacente no paga dividendos ni cualquier otro tipo de reparto de beneficios durante el período considerado.
- La opción es de tipo europeo, sólo puede ejercerse a su expiración.

---

<sup>1</sup> En esta definición se asume que el espacio de probabilidad  $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$  está dado.

- Son posibles las “ventas al descubierto” del activo subyacente, es decir, ventas sin poseer el activo.
- La negociación en los mercados es continua.
- El precio del subyacente (S) realiza un recorrido aleatorio con varianza ( $\sigma^2$ ) proporcional al cuadrado de dicho precio.
- La distribución de probabilidad de los precios del subyacente es logarítmico – normal y la varianza de la rentabilidad del subyacente es constante por unidad de tiempo del período.

Black & Scholes demostraron que, bajo estos supuestos, uno puede replicar el precio final en T de una call europea comprando un portafolio compuesto de acciones y bonos libres de riesgo en t, y transando dinámicamente este portafolio hasta T. A fin de evitar operaciones de arbitraje, el valor de la call en t debe ser igual al del portafolio réplica en t.

En este modelo, el valor teórico de una opción de compra se determina por la siguiente fórmula (Black & Scholes, 1973; Damodaran, 2012):

$$(21) \quad C = SN(d_1) - Ee^{r_f t} N(d_2)$$

Donde:

$$(22) \quad d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

y

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Siendo:

C= Precio de la acción call

S= Precio del activo subyacente E=

Precio del ejercicio

$r$ = Tasa de interés en tiempo continuo:  $r = 1n (1 + rp)$

$t$ = tiempo hasta la expiración de la opción expresado en años  $\sigma$ = Volatilidad del precio del subyacente (medida por la desviación estándar actualizada)

$N(i)$ = Valores de la función de distribución normal estandarizada para  $i$

Y el valor teórico de una opción de venta ( $P$ ), viene dado por la fórmula:

$$(23) \quad P = Ee^{rt}N(-d_2) - SN(-d_1)$$

Una aplicación reciente de este modelo la emplean Harmantzis & Tanguturi (2007) para tomar la decisión de invertir en la industria de redes inalámbricas.

A pesar de las restricciones que presenta el modelo, Black Scholes es el modelo más comúnmente utilizado empíricamente para valorar opciones.

A mi juicio a pesar de las restricciones que presenta el modelo es posible realizar ciertos ajustes que hacen que este modelo no sea valioso tan solo teóricamente sino también empíricamente. A pesar de la complejidad del modelo considero que puede llevar a una valoración mas real sobre todo de las empresas que tienen apalancamiento financiero ya que consideran su nivel de riesgo, que es el que permite que la valoración converja con el comportamiento de las acciones en el mercado de valores identificando el riesgo sistemático.

Los ajustes y consideraciones para los cuales baso mi opinión se encuentran en Fernández (2008) el cual se refiere a las restricciones del modelo. Fernández dice que es probable pensar que la derivación del modelo es un interesante ejercicio matemático, pero que las hipótesis en que se basa son muy poco realistas. Pero advierte que existen ajustes o que estas pueden ser más reales de lo que se piensa, por ejemplo, una de las hipótesis era que no existían comisiones ni impuestos diferenciales, Fernández comenta que puede ser una hipótesis no muy plausible para un pequeño inversor particular, pero ciertamente lo es para los grandes inversores, que son los que al final fijan las cotizaciones, pues son los que pueden aprovechar el arbitraje en bandas más estrechas. Otra hipótesis asume que se puede tomar prestado e invertir dinero a la tasa de interés sin riesgo y esto no dista mucho de la realidad para los

grandes inversores, Otra restricción del modelo es que la tasa de interés  $r$  es conocida y constante durante la vida de la opción y el reconoce que todos sabemos que la tasa de interés varía, pero el permitir que la tasa de interés sea aleatoria introduce una pequeña y despreciable variación.

Respecto a la hipótesis de mercado continuo y del movimiento supuesto para el precio de la acción, Fernandez dice que esta viene determinada por la distribución logarítmico normal que se ha supuesto para el precio de la acción y que hay tres factores que hacen que el precio de la acción evolucione de modo ligeramente distinto que en la distribución logarítmico normal:

1. La volatilidad no es constante, sino que es inversamente proporcional al precio de la acción.
2. Se producen cambios aleatorios en la volatilidad.
3. De todos es sabido que el precio de las acciones se mueve en ocasiones a saltos.

Fernández dice que afortunadamente, estos tres efectos tienden a amortiguarse mutuamente, con lo que el efecto conjunto de los tres es despreciable, el efecto 1 causa infravaloración para aquellas opciones en las que el precio de la acción es sensiblemente menor que el precio de ejercicio de la opción, y sobrevaloración para aquellas opciones en las que el precio de ejercicio es sensiblemente menor al precio de la acción. Los factores 2 y 3 producen sobrevaloración para opciones con precio de ejercicio superior al valor de la acción e infravaloración (normalmente) para aquellas opciones cuyo precio de ejercicio es menor que el precio de la acción.

Por último no hay que desconocer las críticas que surgen al modelo como por ejemplo la paradoja que se produce frente al comportamiento empírico del modelo Black Scholes respecto a que en realidad no se da el arbitraje sin riesgo. A raíz de esta situación aparecen modelos como el de Rubinstein-Brennan (1979) cuyo modelo no utiliza el argumento del arbitraje sino que plantea cuánto vale el patrón de flujos de caja de la opción. Otra dificultad tiene que ver con los supuestos de una varianza constante y dividendos ya que estos no pueden ser sostenidos cuando se calcula el valor en el largo plazo Damodaran (1994). Una última crítica valioso tiene que con la resistencia de los operadores de opciones

donde hay que tener en cuenta que el modelo de Black Scholes supone que los cambios en los precios son aleatorios y que la dirección de dichos cambios no puede ser prevista.

#### 2.3.4 Simulación de Montecarlo

Los problemas relacionados con el activo subyacente son afrontados cada vez en mayor medida, mediante simulación de Montecarlo del Valor Presente del Proyecto. La simulación Montecarlo es una técnica que implica la selección aleatoria de un resultado para cada variable de interés. Mediante la combinación de estos resultados con cantidades fijas y su respectivo cómputo, se obtiene una corrida en términos de la respuesta deseada. Esto se hace repetidamente hasta conseguir las corridas suficientes para lograr una aproximación cercana a la media, la varianza y la forma de la distribución. La clave principal de la técnica de la simulación Montecarlo es que los resultados de todas las variables de interés sean seleccionados aleatoriamente (Rose, 1998; Trigeorgis, 1999).

La simulación de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudoaleatorios y automatizar cálculos.

Los orígenes de esta técnica están ligados al trabajo desarrollado por Stan Ulam y John Von Neumann a finales de los 40 en el laboratorio de Los Álamos, cuando investigaban el movimiento aleatorio de los neutrones. En años posteriores, la simulación de Montecarlo se ha venido aplicando a una infinidad de ámbitos como alternativa a los modelos matemáticos exactos o incluso como único medio de estimar soluciones para problemas complejos. Así, en la actualidad es posible encontrar modelos que hacen uso de simulación Montecarlo en las áreas informática, empresarial, económica, industrial e incluso social. En otras palabras, la simulación de Montecarlo está presente en todos aquellos ámbitos en los que el comportamiento aleatorio o probabilístico desempeña un papel fundamental, precisamente, el nombre de Montecarlo proviene de la famosa ciudad de Mónaco, donde abundan los casinos de juego y donde el azar, la probabilidad y el comportamiento aleatorio conforman todo un estilo de vida.

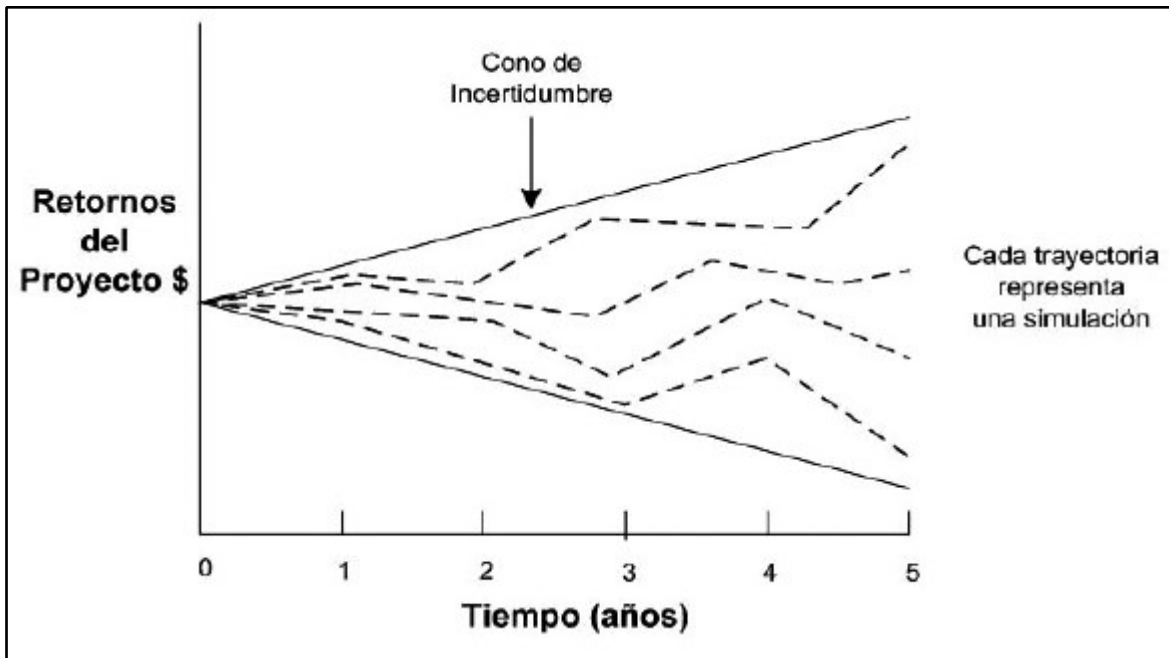
Según (Zapata, Piñeros & Castaño, 2004) este es el método de análisis más versátil dado que:

- Permite utilizar cualquier distribución para modelar los tiempos para salida y restauración de los componentes.
- Permite resolver sistemas en los cuales no existe una solución analítica. Por ejemplo, sistemas donde alguno de los componentes tiene modelado el tiempo para salida o restauración por medio de la distribución Gausiana.
- Permite obtener las distribuciones de probabilidad de los índices de confiabilidad de los puntos de carga, lo cual es muy útil para valorar el riesgo de que ocurran diferentes valores de los índices.
- Los cambios en el sistema se realizan en la base de datos sin que sea necesario realizar cambios en el software.

Son muchos los autores que han apostado por utilizar hojas de cálculo para realizar simulación Montecarlo. La potencia de las hojas de cálculo reside en su universalidad, en su facilidad de uso, en su capacidad para re calcular valores y, sobre todo, en las posibilidades que ofrece con respecto al análisis de escenarios. Las últimas versiones de Excel incorporan, además, un lenguaje de programación propio, el Visual Basic for Applications, con el cual es posible crear auténticas aplicaciones de simulación destinadas al usuario final. En el mercado existen de hecho varios complementos de Excel (Add-Ins) específicamente diseñados para realizar simulación Monte Carlo, siendo los más conocidos: @Risk, Crystall Ball, Insight.xla, SimTools.xla, etc.

Según (García & Romero, 2009) El método de simulación para resolver problemas de opciones reales es similar a la técnica se basa en la simulación de miles de trayectorias que el valor del activo subyacente puede tomar durante la vida de la opción, dados los límites del cono de incertidumbre definido por la volatilidad del valor del activo. Esta trayectoria es presentada en el gráfico 2

Gráfico 2 Simulación de Monte Carlo y cono de incertidumbre



García & Romero, 2009

Parámetros de entrada requeridos para realizar la simulación:

- Valor Actual del Activo Subyacente ( $S_0$ )
- Volatilidad del Valor del Activo ( $\sigma$ )
- Precio de Ejercicio ( $X$ )
- Vida de la Opción ( $T$ )
- Tasa Libre de Riesgo correspondiente a la vida de la opción ( $r$ )
- Incremento de tiempo a ser considerado en cada paso ( $\delta t$ )

El valor actual del activo subyacente se calcula usando el método del flujo de caja descontado, con una tasa de descuento ajustada por riesgo. La volatilidad se refiere a la variabilidad del valor del activo, como en el modelo de Black-Scholes. En la simulación, la vida de la opción se divide en un número determinado de períodos, y miles de simulaciones se llevan a cabo para identificar el valor del activo en cada paso de la simulación. En el tiempo cero, cada simulación comenzará con el valor esperado del activo subyacente ( $S_0$ ). En el siguiente paso, el valor del activo, que puede aumentar o disminuir, es calculado usando la siguiente ecuación:

$$(24) \quad S_T = S_{T-1} + S_{T-1}(r\delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\delta t})$$



Donde:

$S_T$  y  $S_{T-1}$  = valor del activo subyacente en el período  $t$  y

$\sigma$  = volatilidad del valor del activo subyacente

$\varepsilon$  = valor simulado obtenido de una distribución normal estándar con media cero y varianza uno

El valor del activo subyacente se calcula nuevamente utilizando la misma ecuación. De esta forma se calcula el valor del activo para cada periodo hasta el fin de la vida de la opción. La regla de decisión se aplica entonces comparando el valor final del activo con el precio de ejercicio.

En el caso de una opción “call” simple, si el precio de ejercicio es menor que el valor del activo, la opción de invertir, presumiblemente será ejercida, y el valor del proyecto será igual a la diferencia entre el valor del activo y el precio de ejercicio. Por el contrario, si el precio de ejercicio es mayor, el valor del activo del proyecto será igual a cero, porque la opción no será ejercida.

La simulación puede ser usada fácilmente para opciones europeas, donde hay una fecha de ejercicio fija, la vida de la opción puede ser dividida en un número determinado de períodos y simular la evolución del valor del activo para cada período. Mientras mayor sea el número de períodos, mayor es el número de simulaciones, más preciso será el resultado. Con una opción americana, debido a que ésta puede ser ejercida en cualquier momento, la simulación debe ser diseñada ajustando la vida de la opción de forma que coincida con cada fecha de ejercicio posible, lo cual es una tarea enorme. Esto hace que sea muy complejo aplicar la simulación sobre opciones secuenciales, porque cada decisión posible lleva a una nueva trayectoria, y la simulación deberá ser ajustada para cada nueva trayectoria. En la actualidad existe una gran cantidad de metodologías diseñadas para evaluar opciones mediante la simulación. Estas metodologías de simulación de opciones americanas han sido empleadas en la evaluación de opciones reales, destacando los trabajos de Acosta (1999), Osorio (1999), Cortázar & Schwartz (1998), Cortázar (2001), Schwartz (2004), Schwartz & Moon (2000).

Sin embargo, su implementación presenta desventajas en la obtención de ciertos indicadores como la política óptima de ejercicio y su tiempo de ejecución puede ser extenso en algunos problemas de opciones reales (Urzúa 2004).

Considero que dentro de las ventajas de la aplicación de la Simulación de Montecarlo está la cantidad de programas que sirven para simular además la simulación permite resolver problemas que no tienen solución mediante el análisis. La simulación de Montecarlo se puede aplicar para cualquier tipo de problema sea estocástico o determinista. Cuando se aplica la simulación de Montecarlo se puede ver exactamente qué valores tiene cada variable de entrada y además se puede ver cuáles son las variables que más influye en los resultados. Por último muy importante es lo fácil de hacer gráficos con los datos generados por Montecarlo y se pueda observar las posibilidades de que algo suceda.

La desventaja principal a mi parecer es que los resultados de salida son aleatorios y deben ser tratados de esta forma y considerarlos tan solo como una estimación. Otra desventaja es que si los modelos de simulación son muy complejos puede ocuparse mucho tiempo en su construcción. Cada simulación es única porque interviene el azar.

### **2.3.5 Least Squares Monte Carlo (LSM)**

Casparri & Elfenbaum (2014) señalan que las opciones americanas son más complejas de valorar y de obtener el ejercicio óptimo, esto se debe a que en cualquier oportunidad de ejercicio que tenga, el poseedor de la opción compara el beneficio que obtendría si ejerce la opción inmediatamente con el valor esperado de continuar y ejerce si el payoff inmediato es mayor, por lo que el problema de valorar la opción se resuelve encontrando el tiempo de ejercicio óptimo en el cual el payoff descontado esperado bajo una medida de probabilidad neutral al riesgo es maximizado.

El algoritmo presentado en el trabajo de Longstaff & Schwartz (2001) es una metodología simple, pero a la vez poderosa, para valorizar opciones americanas a través de la simulación, que es una alternativa a los métodos de las diferencias finitas y los árboles binomiales, y tiene

la ventaja que se puede aplicar fácilmente cuando el valor de la opción depende de muchos factores.

La clave de la metodología consiste en estimar la esperanza condicionada a través de una regresión por mínimos cuadrados (teniendo en cuenta que cuando se realiza una regresión cualquiera, lo que se obtiene es la esperanza condicional de la variable dependiente en función de los valores de las independientes), se realiza la regresión de los payoffs que se obtendrían por continuar a partir de la información de las variables de estado obtenida de la simulación. Al estimar la esperanza condicionada para cada oportunidad de ejercicio, se obtiene una completa especificación de la estrategia óptima, sobre cada trayectoria simulada. La técnica utilizada se llama Least Squares Monte Carlo (LSM).

Casparri & Elfenbaum (2014) señalan que Longstaff & Schwartz presentan una manera de aproximar la esperanza condicionada en  $t_{k-1}, t_{k-2}, t_{k-3}, \dots, t_1$ , realizando en cada período una regresión por mínimos cuadrados sobre un conjunto finito de funciones de las variables de estado relevantes. La regresión es posible, ya que se cuenta con la información de varios caminos al mismo tiempo (información transversal), por lo que la esperanza se estima realizando una regresión del valor del flujo de fondos que se obtiene por continuar descontado sobre los valores de las variables relevantes para los diferentes caminos de simulación. El valor estimado de la regresión es eficiente e insesgado de la esperanza condicionada y nos permite estimar con precisión la regla de parada óptima para la opción. Se trabaja hacia atrás en el tiempo, ya que los flujos de caja pueden cambiar recursivamente, es decir que  $C(\omega, s; t_k, T)$  puede diferir de  $C(\omega, s; t_{k+1}, T)$  si es que resulta óptimo ejercer la opción en  $t_{k+1}$

En  $t_{k+1}$  se asume que  $F(\omega, t_{k-1})$  puede representarse como una combinación lineal de funciones base (que son un conjunto en  $F_{T_{k-1}}$ ). Esto último se puede justificar teóricamente cuando  $F(\omega, t_{k-1})$  pertenece al espacio de funciones doblemente integrables, el cual a su vez corresponde a un espacio de Hilbert. Según la teoría, un espacio de Hilbert posee una base finita ortonormal, por lo que cualquiera de sus elementos puede representarse mediante una combinación lineal de esta base.

Por ejemplo, si  $X$  representa el valor del activo subyacente de una opción y se asume que  $X$  sigue un proceso de Markov, entonces una posible elección para las funciones base del espacio de Hilbert, podrían ser los polinomios ponderados de Laguerre:

$$\begin{aligned}
 L_0(X) &= e^{\frac{x}{2}} \\
 L_1(X) &= e^{\frac{x}{2}}(1-x) \\
 L_2(X) &= \left(1 - 2x - \frac{X^2}{2}\right) \\
 L_n(X) &= e^{\frac{x}{2}} \frac{e^x}{n!} \frac{d^n}{dx^n} (e^{-x} x^n)
 \end{aligned}
 \tag{25}$$

Para procesos no markovianos, las funciones base deben evaluarse en los valores actuales y los anteriores de las variables de estado. Donde la esperanza condicionada se puede representar de la siguiente manera:  $F(\omega, t_{k-1}) = \sum_{j=0}^{\infty} a_j L_j(x)$  donde  $a_j$  son constantes.

Pruebas numéricas realizadas por Longstaff y Schwartz indican que a pesar de no ser bases ortonormales, las series de Fourier y las trigonométricas e incluso las potencias simples de las variables de estado, también brindan resultados satisfactorios.

Para implementar el algoritmo LSM se estima  $F(\omega, t_{k-1})$  usando las primeras  $M$  funciones base (con  $M < \infty$ ), y esta aproximación se denota  $F_M(\omega, t_{k-1})$ :  $F_M(\omega, t_{k-1}) = \sum_{j=0}^{\infty} a_j L_j(x)$ .

Una vez que el subconjunto de funciones base ha sido especificado, se estima  $F_M(\omega, t_{k-1})$  realizando la regresión de los valores descontados de  $C(\omega, s; t_{k-1}, T)$  sobre las funciones base especificadas (evaluadas en las variables de estado correspondientes) para las trayectorias donde la opción se encuentra “in the money” (es decir que tiene valor intrínseco positivo), ya que la decisión de ejercicio sólo es relevante en esos casos y de esta forma se limita la región sobre la cual debe estimarse la esperanza de continuar y se necesitan menos funciones base para obtener una aproximación precisa de la esperanza condicionada.

Debido a que los valores de las funciones base son independientes e idénticamente distribuidos a través de las trayectorias, puede recurrirse al Teorema de White para demostrar que el valor ajustado de la regresión  $\widehat{F}_M(\omega, t_{k-1})$  converge en media cuadrática y en probabilidad a  $F_M(\omega, t_{k-1})$  a medida que el número de trayectorias de la simulación tiende a infinito. Además puede demostrarse que  $\widehat{F}_M(\omega, t_{k-1})$  es el mejor estimador lineal insesgado de  $F_M(\omega, t_{k-1})$ .

Una vez que se estima la esperanza de continuar para  $t_{k-1}$  se determina para cada trayectoria  $\omega$  “in the money” si es óptimo ejercer anticipadamente en  $t_{k-1}$ . Para ello se compara  $F_M(\omega, t_{k-1})$  con el valor del ejercicio inmediato. Una vez que se identifica la decisión, se aproxima  $C(\omega, s; t_{k-2}, T)$  procediendo recursivamente para  $t_{k-2}$  y repitiendo la metodología hasta que se determinan todas las decisiones de ejercicio anticipado, para cada oportunidad  $t$  sobre cada trayectoria simulada.

La opción americana se valúa partiendo en el tiempo inicial 0 y avanzando por cada una de las trayectorias hasta que se llega al primer “stopping time”, descontando los resultantes flujos de fondo a  $t=0$ , para luego promediar los pagos provenientes de cada trayectoria. A continuación se detalla el flujograma del algoritmo LSM, teniendo en cuenta lo siguiente:

T: vencimiento de la opción  $r$ :

tasa libre de riesgo

N: cantidad de simulaciones, K: cantidad de intervalos de tiempo

E: payoff de la opción

L: funciones base utilizadas para la regresión, M: cantidad de funciones base

$S(0)$ : valor del activo subyacente en  $t_0$

P: precio de ejercicio o strike  $v$ :

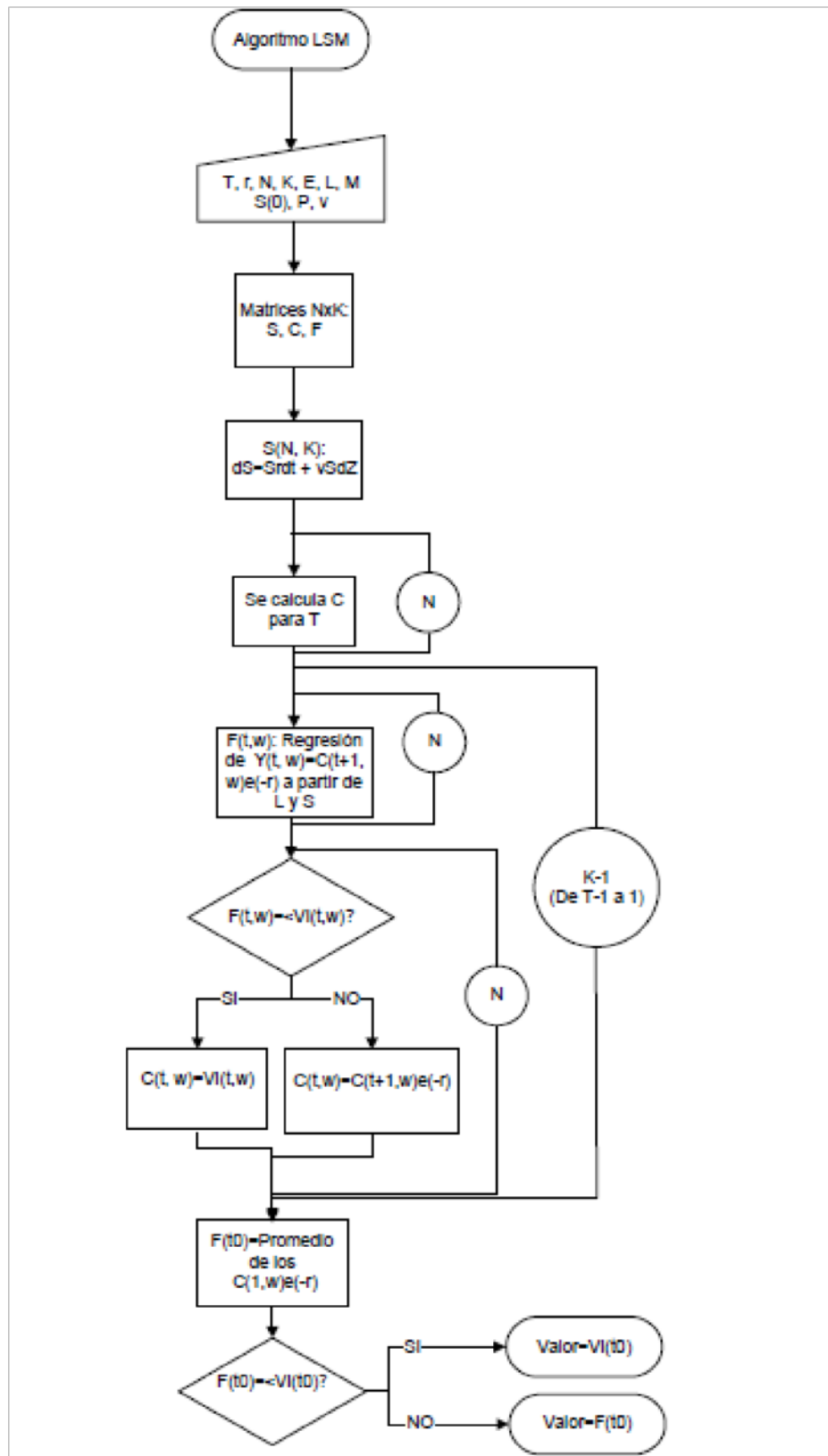
volatilidad

$F(t, w)$ : estimación del valor esperado de continuar al momento  $t$ , simulación  $w$

$C(t, w)$ : flujo de fondos en  $t$ ,  $w$

$VI(t, w)$ : valor del ejercicio inmediato en  $t$ ,  $w$

**Figura 2 Flujograma del algoritmo LSM**



Fuente: Casparri y Elfenbaum (2014)

Según Casparri & Elfenbaum (2014), Longstaff & Schwartz proponen dos resultados de convergencia teórica del algoritmo LSM al valor real de la opción denotado por:  $V(X)$

**Proposición 1**

Para cualquier elección finita de los parámetros  $M$ ,  $K$ , y del vector  $\theta \in R^{M \times (k-1)}$  que representa los coeficientes de las  $M$  funciones base para cada una de las  $K-1$  oportunidades de ejercicio, siendo  $LSM(\omega, M, K)$  el flujo descontado resultante del algoritmo LSM (de ejercer en cuanto el ejercicio inmediato es positivo y mayor o igual a  $\widehat{F}_M(\omega_i, t_k)$ )), entonces la siguiente inecuación se cumple con seguridad casi absoluta:

$$(26) \quad V(x) \geq \lim_{N \rightarrow \infty} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LSM(\omega_i, M, K)$$

El algoritmo LSM genera una estrategia de ejercicio a través de la determinación de una regla de parada. Sin embargo, el verdadero valor de una opción americana se fundamenta en la estrategia de parada que maximiza su valor, por lo que cualquier otra regla de parada, incluyendo aquélla determinada por el algoritmo LSM, generará valores menores o iguales que aquél determinado por la estrategia óptima de parada (ya que es una aproximación, al tomar  $K$  oportunidades de ejercicio discretas). Esta propiedad resulta particularmente útil, ya que provee un criterio objetivo para comprobar la convergencia del algoritmo.

Por ejemplo, brinda una guía para determinar el número de funciones base que se necesita para obtener una aproximación precisa, ya que lo único que debe hacerse es incrementar  $M$  hasta que el valor obtenido por el algoritmo LSM no siga aumentando.

**Proposición 2**

Asumiendo que el valor de una opción americana depende de una sola variable de estado  $X$  en  $(0, \infty)$  que sigue un proceso markoviano y la opción sólo puede ejercerse en  $t_1$  y  $t_2$ , y la



función esperanza de continuar ( $F(\omega, t_1)$ ) es absolutamente continua y se cumplen las siguientes desigualdades:

$$(27) \quad \int_0^{\infty} e^{-x} F^2(\omega, t_1) dx < \infty$$

$$\int_0^{\infty} e^{-x} F^2 x(\omega, t_1) dx < \infty$$

Entonces para cualquier valor  $\varepsilon > 0$  existe  $M < \infty$  tal que:

$$(28) \quad \lim_{N \rightarrow \infty} Pr \left[ \left| V(x) - \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N LSM(\omega_i, M, K) \right| > \varepsilon \right] = 0 \quad \mathbf{1}^N$$

Lo que implica que, al escoger  $M$  suficientemente grande y al aumentar el número de simulaciones a infinito, el algoritmo LSM genera un valor que converge para cualquier nivel de precisión deseado, ya que es arbitrario. La clave para este resultado es que la convergencia de  $F_M(\omega, t_1)$  a  $F(\omega, t_1)$  es uniforme en el intervalo  $(0, \infty)$  cuando se cumplen las condiciones de integración (es decir que  $F(\omega, t_1)$  pertenece al espacio  $L^2$ ).

Una implicación importante es que en la medida que el número de simulaciones tienda a infinito, no es necesario que el número de las funciones base sea infinito, para obtener un nivel deseado de precisión.

Esta proposición está limitada a conjuntos de una sola dimensión, sin embargo, se conjetura que resultados similares se pueden obtener para problemas con mayor dimensión, encontrando condiciones bajo los cuales se logra una convergencia uniforme.

## 2.4 El Riesgo

En el mundo de las finanzas, el concepto de riesgo se relaciona con la posibilidad de ocurrencia de un evento que pueda traducirse en pérdidas para los participantes de los mercados financieros (inversionistas, deudores o entidades financieras). Involucra el concepto de que existe la posibilidad de que los beneficios sean menores a los esperados o de que no haya un retorno en absoluto. El riesgo es producto de la incertidumbre que existe sobre el valor de los activos financieros, ante movimientos adversos de los factores que determinan su precio; a mayor incertidumbre mayor riesgo.

Conceptos como la correcta gestión del capital y del riesgo financiero se derivan de la teoría de carteras de Harry Markowitz publicada en la revista *The Journal of Finance* en 1952.

Como se acaba de mencionar, existe el concepto de una “correcta gestión del riesgo” que involucra el importante reconocimiento de que no sólo está la posibilidad de obtener un menor rendimiento derivado de la existencia de incertidumbre sino también puede ocurrir una desviación de lo esperado pero con sentido positivo, es decir, una desviación al alza en los rendimientos. Aquí radica una característica fundamental en la metodología de las Opciones que se verá más adelante, y es que se consideran ambas posibilidades a diferencia de los enfoques más tradicionales en que prima el punto de vista del menor rendimiento.

Dentro de los tipos de riesgos es posible enumerar los siguientes:

Riesgo de Mercado. Se refiere a la pérdida potencial en el valor de los activos financieros debido a movimientos adversos en los factores de riesgo de mercado que determinan su precio. Los cuatro factores de riesgo estándar del mercado son:

- Riesgo de tipo de interés: riesgo asociado al cambio en contra de los tipos de interés
- Riesgo cambiario: asociado al cambio en el tipo de cambio en el mercado de divisas
- Riesgo de mercancía: riesgo relacionado a los cambios en el precio de los productos básicos
- Riesgo de mercado propiamente tal, hace referencia al cambio en el valor de instrumentos financieros como acciones, bonos, derivados, etc.

Riesgo de Crédito y Contraparte. Este riesgo existe cuando se da la posibilidad de que una de las partes de un contrato financiero sea incapaz de cumplir con las obligaciones financieras contraídas, haciendo que la otra parte del contrato incurra en una pérdida (el riesgo de crédito es un caso particular en que el contrato es uno de crédito, y el deudor no puede pagar su deuda)

Riesgo de Liquidez. Este riesgo se asocia a que, aún disponiendo de los activos y la voluntad de comerciar con ellos, no se pueda efectuar la compra/venta de los mismos, o no se pueda realizar lo suficientemente rápido y al precio adecuado, ya sea para evitar una pérdida o para obtener un beneficio. Se pueden distinguir dos tipos de riesgo de liquidez:

- Liquidez de activos: un activo no puede ser vendido debido a la falta de liquidez en el mercado (en esencia sería un tipo de riesgo de mercado). Ante esta falta de liquidez puede ocurrir que la operación se realice a un precio menos apropiado.
- Liquidez de financiación: riesgo de que los pasivos no puedan ser satisfechos en su fecha de vencimiento o que solo se pueda hacer a un precio no adecuado.

Riesgo Operacional. Se deriva de la ejecución de las actividades propias de una empresa. Incluye una amplia variedad de factores como los relativos al personal, riesgo de fraude o debidos al entorno. El riesgo país o soberano es uno de los más influyentes.

Otra forma de clasificar los riesgos es la que define a estos en Sistemáticos y No Sistemáticos. Ambos conceptos se usan en el mercado de valores. Un riesgo sistemático se refiere a los riesgos relacionados con todo un mercado o un segmento de él, el no sistemático se refiere a los riesgos que son exclusivos de una empresa.

Los riesgos sistemáticos se dice que son “heredados” por el inversor cuando ocurren eventos de magnitud. Así por ejemplo si se produjera un desastre natural, los inversores tenderán a vender sus títulos ante la sensación de temor generalizada. Este tipo de riesgo no se puede prevenir mediante la diversificación de las inversiones ya que afectan a un grupo muy grande de valores; así si un inversor que diversifica sus cuentas aún estará sujeto a los riesgos sistemáticos. Caso contrario en los riesgos no sistemáticos, ya que estos sí pueden ser aminorados a través de diversificar la cartera de acciones.

El método DCF considera como insumo para la valoración de una empresa a los flujos de caja generados y por generar de dicha compañía. Esto supone establecer condiciones de certeza para esos flujos. No obstante, la realidad dista de ser cierta en este tipo de procedimientos. Como mencionan Sapag (2000) el comportamiento de los flujos de caja es incierto, puesto que no es posible conocer con anticipación cuál de todos los hechos que pueden ocurrir y que tienen efectos en los flujos de caja ocurrirá efectivamente. Las fuerzas del mercado, entre otras, generan “presiones” sobre las estimaciones las que, con frecuencia, difieren significativamente de las que se anticipan en los planes originales (González 2012).

El hecho de no tener la certeza sobre los flujos de caja futuros nos pone en presencia del riesgo o incertidumbre (dependiendo de si es posible o no determinar la probabilidad específica de ocurrencia de cada uno de los resultados que tiene una decisión). Entenderemos por riesgo a la variabilidad de los flujos de caja reales respecto de los estimados. En cuanto a la incertidumbre, se tiene que esta se hace más importante a medida que transcurre el tiempo ya que las condiciones estipuladas originalmente son afectadas por el desarrollo del medio en que se desenvuelve la empresa. Así se tiene por ejemplo que variables significativas como precio y calidad de las materias primas, el nivel tecnológico de la producción, las remuneraciones, los mercados, los proveedores, la demanda y un sinnúmero de otras son condicionadas y modificadas sin poder anticipar el efecto final de aquello en el flujo de caja de la compañía.

A lo indicado en el párrafo anterior se suma un aspecto del todo relevante. Frecuentemente en la vida de un proyecto o empresa, se van sucediendo momentos en que se deciden eventos que suponen nuevas oportunidades de crecimiento futuro. Así se tiene que, por ejemplo, la decisión de realizar un proyecto de inversión puede representar la posibilidad de adquirir promesas de desarrollo a futuro, algo que en el momento inicial de evaluar y valorar usando sólo la información que entrega la metodología tradicional no es considerado. Se dice entonces que este tipo de metodologías tiende a subestimar el valor de las empresas ya que no recogen las nuevas oportunidades que se presentan como fruto de la disponibilidad de nueva información en etapas futuras. De ahí que una metodología más apropiada debiera considerar los datos provenientes de los flujos de caja y también de la propia capacidad futura de la empresa y del mercado de generar nueva información.

Como indican a su vez Gallardo y Andalaft (2008), las opciones se basan en considerar que todas las empresas tienen un conjunto de posibilidades (opciones) que si son bien utilizadas incrementarán el valor de la misma. Estos autores afirman que “las opciones no son otra cosa que el reflejo del potencial de una empresa”. Así el valor de una empresa es la sumatoria del valor de los negocios actuales más el potencial de una futura creación de valor. Es precisamente el valor de estas opciones el que no es capturado por las herramientas más tradicionales y esa es la causa de que la empresa quede valorada por debajo de la realidad.

A mayor redundancia y tal como señalan Amram y Kulatilaka (2000) la presencia de incertidumbre bajo un enfoque tradicional genera un menor valor del activo. El caso contrario lo representan las opciones ya que esta metodología considera que un escenario de mayor incertidumbre tiene la potencialidad de generar mayor valor del activo si es que la administración de la empresa logra identificar las opciones que le otorguen la flexibilidad necesaria para hacer frente a los vaivenes de los proyectos. Así la metodología basada en opciones surge como complemento del VAN.

### **Capítulo 3. Descripción de la empresa**

FEPASA es una de las empresas de transporte de carga más grandes del país (8 MMTons/año), con un estándar de seguridad superior y que se desarrolla como socio estratégico de importantes clientes. Son un equipo de profesionales, técnicos y trabajadores que brindan una atención personalizada a sus clientes para ofrecerles un servicio integral y eficaz para cumplir con todos sus requerimientos de transportes.

FEPASA empresa conecta el sur y centro de Chile cubriendo siete regiones del país, en 1.729 Kilómetros de líneas férreas que van desde La Calera hasta Puerto Montt y con ramales transversales que le permiten acceder a los principales centros de producción y consumo, y a los principales puertos del país.

FEPASA es el ferrocarril de carga más diversificado del país transportando un amplio y balanceado mix de productos que incluyen: celulosa, concentrado de cobre, maíz, soya, trigo, avena, malta, arroz, contenedores, acero, trozos y rollizos pulpables, cemento, astillas, graneles minerales, químicos, combustibles, carbón, madera aserrada, azúcar, coqueta,

tableros OSB, salmones congelados, alimento para salmón, y recientemente residuos sólidos domiciliarios.

Cuentan con una flota de 89 locomotoras y más de 3000 carros para diversos usos, que constantemente están modernizando y mejorando para adecuarse a las nuevas necesidades del mercado.

### **Misión**

“Nuestra misión es ofrecer la mejor alternativa de transporte a nuestros clientes aprovechando las ventajas competitivas y eficiencias del ferrocarril de carga.”

### **Visión**

“Ser reconocidos como la empresa de transporte de carga más confiable, segura e innovadora de Chile por entregar un servicio de excelencia que supere las expectativas de nuestros clientes.”

## **3.1 Infraestructura**

### **Transporte Ferroviario**

Transporte ferroviario de bienes a terceros (materias primas, productos intermedios y productos terminados) desde una estación o un desvío del cliente a otra estación o viceversa.

### **Flota de camiones**

Servicio de movimiento interno de vagones cargados o vacíos para un cliente, dentro de los desvíos de su planta, con tripulación propia o de terceros.

### **Logística**

Transporte en camión desde un origen hasta una estación y viceversa, y servicios de transporte de carga en camión desde un origen hasta un destino.

### 3.2 Estructura de propiedad

Puerto Ventanas S.A., posee actualmente el 51,82% de la propiedad de FEPASA, es una empresa SigdoKoppers, uno de los principales grupos empresariales de Chile, con más de 50 años de exitosa trayectoria. Está presente en los sectores de Servicios, Industrial, Comercial y Automotriz, a través de sus más de 70 filiales y coligadas, compañías que son líderes en sus respectivas industrias. FEPASA es propietario del 99,9% de su filial Transportes FEPASA Ltda.

**Tabla 2 Estructura de propiedad de FEPASA S.A**

<b>Nombre</b>	<b>Número de acciones suscritas</b>	<b>Número acciones pagada</b>	<b>de % de propiedad</b>
<b>Puerto Ventanas S. A.</b>	2.442.434.185	2.442.434.185	51,82%
<b>Moneda S.A. Administradora de fondos de inversión</b>	1.243.780.316	1.243.780.316	26,39%
<b>Sociedad de Desarrollo Las Chapas Limitada</b>	719.894.959	719.894.959	15,27%
<b>Explotadora Ferroviaria S.A.</b>	271.915.724	271.915.724	5,77%
<b>Santander S.A. Corredores de Bolsa</b>	35.459.941	35.459.941	0,75%

Fuente: Elaboración propia en base a Memoria de FEPASA SA.

### 3.3 Hitos 2013

Entre los hitos destacados de 2013, se mencionan los siguientes:

Adjudicación del contrato por un período de 10 años para el servicio de transporte ferroviario de cobre anódico con el cliente Anglo American Sur Fundición Chagres desde la Fundición hacia los puertos de la Región de Valparaíso.

Contrato por un periodo de 3 años para el transporte ferroviario de carboncillo con Catamutún Energía S.A. desde Muelles de Penco, hacia la Planta Iansa de Cocharcas y el Centro de Distribución de Rapaco. Durante 2013 FEPASA desarrolló su planificación estratégica que sustentará la proyección de la Compañía por los próximos cinco años.

Como soporte a esta estrategia, se implementó el Balanced Scorecard.

Destaca la integración de nuevos servicios complementarios al transporte de carga ferroviaria con clientes estratégicos, lo que va en la línea de la diversificación de nuevos servicios logísticos:

1. Codelco Chile División El Teniente: Contrato por la administración del centro de transferencia “El Olivar”.
2. Compañía Siderúrgica Huachipato S.A.: Contrato por la administración, mantenimiento y operación del transporte interno ferroviario “Outsourcing ferroviario”.
3. Anglo American Sur Fundición Chagres: Contrato por 10 años por el servicio integral de logística interna previa al transporte del cobre anódico.

### 3.4 Clientes y proveedores

FEPASA presta servicios de transportes de carga a las empresas más relevantes de los sectores minero, forestal, residuos, agrícola y comercial.

**Tabla 3 Principales proveedores FEPASA S.A**

<b>CLIENTE</b>	<b>Relación de negocio con FEPASA</b>
AGENCIAS UNIVERSALES S.A	Transporte de contenedores
ANGLO AMERICAN SUR S.A.	Transporte de cobre metálico
ASERRADEROS ARAUCO S.A.	Transporte de madera
BOSQUES ARAUCO S.A.	Transporte de trozos forestales



CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.	Transporte de celulosa
CERVECERA CCU CHILE LTDA	Transporte de arroz, cebada y malta a granel
CORPORACION NACIONAL DEL CHILE	Transporte de concentrado de cobre COBRE DE
CORPORACION NACIONAL DEL COBRE DE CHILE	Transporte de ánodos, cátodos y cobre refinado
CATAMUTUN ENERGIA S.A.	Transporte de carboncillo
CIA. SIDERURGICA HUACHIPATO S.A.	Transporte de acero y servicios ferroviarios
CONSORCIO MADERERO S.A.	Transporte de trozos forestales
EMPRESAS CAROZZI S.A.	Transporte de contenedores y granos
ENAEX SERVICIOS S.A	Transporte de nitrato de amonio vía camión
COMERCIAL E INDUSTRIAL ERCO CHILE LTDA	Transporte de contenedores
EWOS CHILE ALIMENTOS LIMITADA	Transporte de alimento para salmón
IANSAGRO S.A.	Transporte de azúcar, coqueta, caliza y contenedores
KDM S.A.	Transporte de residuos sólidos domiciliarios
MELON S.A.	Transporte de cemento a granel
MERCO EXPRESS S.A.	Transporte de maíz, trigo y soya
CIA. MOLINERA SAN CRISTOBAL S.A.	Transporte de trigo
SAAM S.A	Transporte de contenedores
SITRANS, SERVICIOS INTEGRADOS DE TRANSPORTES LTDA.	Transporte de contenedores
SODIMAC S.A.	Transporte de contenedores

Fuente: Elaboración propia en base a Memoria de FEPASA SA.

**Tabla 4 Principales proveedores**

<b>PROVEEDOR</b>	<b>Relación de negocio con FEPASA</b>
INGENIERIA Y DESARROLLOS MINEROS	Servicio de transferencia
CASA GRANDE MOTORI LIMITADA	Reparación y rehabilitación de locomotora
TRANSPORTES MINEROS S.A	Transporte de camión

INGENIERIA REYES LTDA.	Servicio de mantención de equipos ferroviario
EMPRESA NACIONAL DE ENERGIA	Suministro de petróleo y lubricante
SOCIEDAD DE SERVICIOS LOGISTICOS INTEGRALES	Servicios adicionales a terceros
PUERTO CENTRAL S.A	Servicios portuarios (habilitación, porteo, acopio
EURO AMERICAN DIESEL CHILE	Servicio de mantención y reparación de carros
PROMOCIONES WORK SERVICE	Servicio de seguridad
ICIL-ICAFAL S.A	Reparación, mantención y construcción de vías férrea
EMPRESA DE LOS FERROCARRILES DEL ESTADO S.A	Derecho por concesión de vías (infraestructura y tráfico
SERVICIOS VIA FREE LTDA	Servicio pareja de tripulantes y otro
ELECTRO MOTIVE DIVISION	Suministro de repuestos para locomotora

Fuente: Elaboración propia en base a Memoria de FEPASA SA.

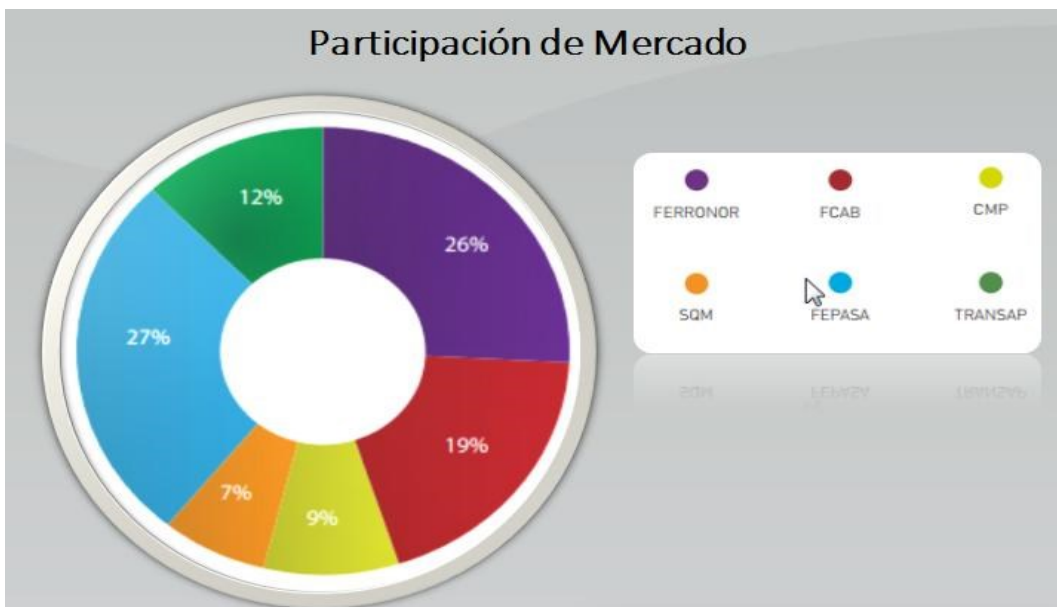
En general no existen grados de dependencia con los proveedores. En el caso del proveedor de los Ferrocarriles del Estado, existe un contrato de largo plazo renovable, sin cláusula de salida por el uso de las vías de las cuales son dueños.

### **3.5 Participación de Mercado y distribución de los Ingresos de FEPASA S.A**

En Chile al año 2013 se movilizaban alrededor de 300 millones de toneladas de carga dentro del territorio nacional (según el estudio del MTT, Plan de Impulso a la Carga Ferroviaria 2013), de las cuales sólo 28 millones de toneladas son transportadas por ferrocarril, correspondiendo a un 9,4% aproximadamente

De los 28 millones de toneladas que al año 2013 son transportados por ferrocarril, 4 de los 6 operadores ferroviarios operan en la Zona Norte del país, en donde cada operadores dueño de la línea férrea. FEPASA opera en la Zona Centro Sur, donde se sitúa la Red de EFE siendo el único operador ferroviario que además ofrece otros servicios al mercado como transporte en camión, bimodal y otros servicios de valor agregado.

### **Gráfico 3 Participación de Mercado de FEPASA S.A**



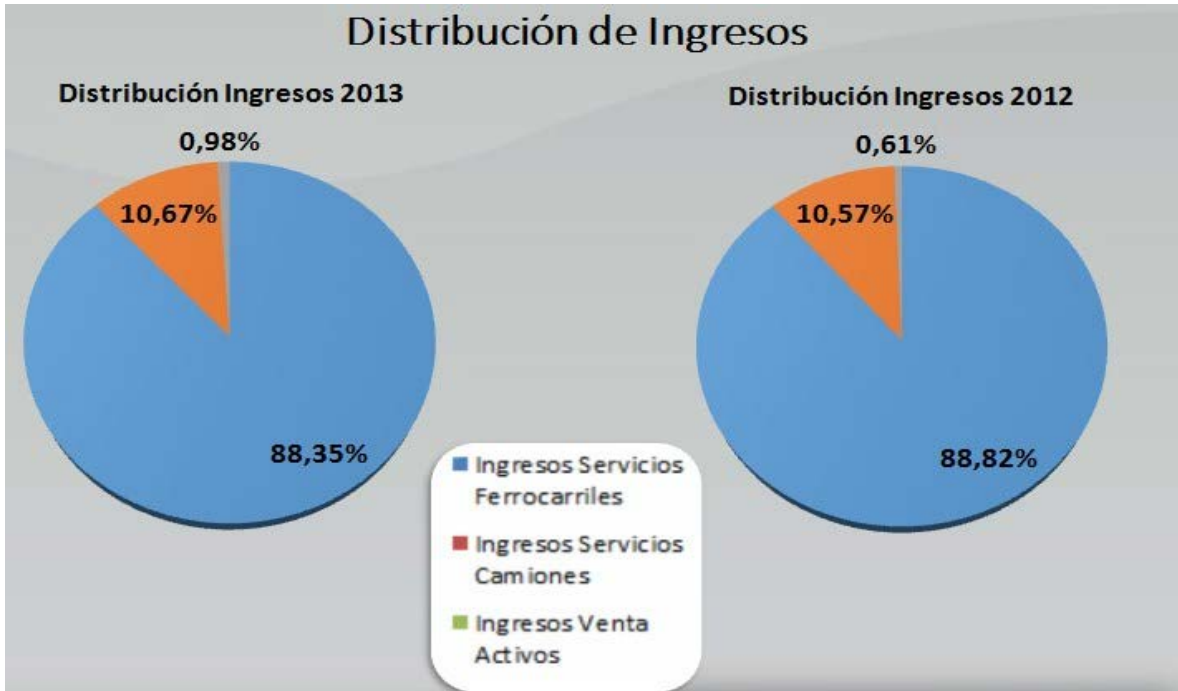
Fuente: Memoria de FEPASA SA.

**Gráfico 4 Participación por sector industrial en los ingresos de FEPASA S.A**



Fuente: Memoria de FEPASA SA.

**Gráfico 5 Distribución de Ingresos por tipo de negocio de FEPASA S.A**



Fuente: Elaboración propia en base a Memoria de FEPASA SA.

### 3.6 Análisis financieros y de ratios

**Tabla 5 Balance General FEPASA S.A 2013-2012**

Balance Resumido	31-12-2013		Variación
	M\$	31-12-2012 M\$	%
Activos Corrientes	10.353.300	14.186.067	-27,02%
Activos No Corrientes	73.983.122	69.972.892	5,73%
Total Activos	84.336.422		0,21%
Pasivos Corrientes	10.658.637	84.158.959 8.249.323 14.773.295	29,21%
Pasivos No Corrientes	12.112.008		-18,01%
Total Pasivo Exigible	22.770.645	23.022.618	-1,09%
Patrimonio	61.565.777	61.136.341	0,70%
Total Patrimonio y Pasivo	84.336.422	84.158.959	0,21%

Fuente: Elaboración propia en base a FECU 2013 de FEPASA SA.

**Tabla 6 Estado de resultado FEPASA S.A 2013-2012**

Estado de Resultado Consolidado	31-12-2013	% sobre	31-12-2012	% sobre	VAR AA %
	M\$	los Ingresos	M\$	los Ingresos	
Ingreso Actividades Ordinarias	\$ 44.526.104	100,00%	\$ 44.146.361	100,00%	0,86%
Costo de Ventas	\$ 37.173.880	-83,49%	\$ 36.712.558	-83,16%	1,26%
Ganancia Bruta	\$ 7.352.224	16,51%	\$ 7.433.803	16,84%	-1,10%
Gasto de Administración	\$ 3.638.891	-8,17%	\$ 3.498.773	-7,93%	4,00%
Otros Ingresos Operacionales	\$ 14.502	0,03%	\$ 12.356	0,03%	17,37%
Otros Gastos Operacionales	\$ 298.905	-0,67%	\$ 55.915	-0,13%	434,57%
Ganancia (pérdida) actividades operacionales	\$ 3.428.930	7,70%	\$ 3.891.471	8,81%	-11,89%
Ingresos Financieros	\$ 111.572	0,25%	\$ 210.367	0,48%	-46,96%
Costos Financieros	\$ 494.452	-1%	\$ 652.258	-1,48%	-24,19%
Diferencia Cambio	\$ 37.015	-0,08%	\$ 86.801	-0,20%	-57,36%
Resultado por Unidades de Reajuste	\$ 179.124	-0,40%	\$ 187.942	-0,43%	-4,69%
Ganancia (pérdida) antes de impuesto	\$ 2.829.911	6,36%	\$ 3.174.837	7,19%	-10,86%
Gasto por impuesto a las Ganancias	\$ 316.140	-0,71%	\$ 649.918	1,47%	-148,64%
Ganancia (pérdida)	\$ 2.513.771	5,65%	\$ 3.824.755	8,66%	-34,28%
Ganancia (pérdida) por cobertura flujo efectivo	\$ 411	0,00%	\$ 27.929	0,06%	-98,53%
<b>TOTAL RESULTADO INGRESOS Y GASTOS INTEGRALES</b>	\$ 2.514.182	5,65%	\$ 3.852.684	8,73%	-34,74%

Fuente: Elaboración propia en base a FECU 2013 de FEPASA SA.

**Tabla 7 Flujos de caja FEPASA S.A 2013-2012**

Flujo de efectivo	31-12-2013	31-12-2012	Variación %
Flujos de efectivo procedentes de actividades de operación	\$ 7.880.971	\$ 10.786.466	-26,94%
Flujos de efectivo procedentes de actividades de inversión	\$ 6.393.703	\$ 8.334.181	-23,28%
Flujos de efectivo procedentes de actividades de financiación	\$ 1.970.353	\$ 4.862.426	-59,48%
Incremento (disminución) en el efectivo y equivalente a efectivo	\$ 483.085	\$ 2.410.141	-79,96%

Efectivo y equivalente a efectivo al inicio del periodo	\$ 1.760.429	\$ 4.170.570	-57,79%
<b>Efectivo y Equivalente al Efectivo</b>	<b>\$ 1.277.344</b>	<b>\$ 1.760.429</b>	<b>-27,44%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a FECU 2013 de FEPASA SA.

**Tabla 8 Principales ratios FEPASA S.A 2013-2012**

Principales indicadores	Unidad	31-12-2013	31-12-2012
<b>Índices de endeudamiento</b>			
Deuda financiera/Patrimonio	%	15,5%	16,4%
Deuda financiera/Ebitda	%	128,9%	134%
Pasivos totales/Activos totales	%	27,0%	27,4%
Pasivo corriente/pasivo total	%	46,8%	35,8%
Deuda financiera/Valor Empresa	%	11,3%	11,9%
<b>Índice de Liquidez</b>			
Liquidez (Activos Corrientes/Pasivos Corrientes)	%	97,1%	172,0%
<b>Principales indicadores 31-12-2013 31-12-2012</b>			
<b>Índices de actividad</b>			
Promedio de cobro	Días	67	73
Promedio de pago	Días	36	39
<b>Principales indicadores 31-12-2013 31-12-2012</b>			
<b>Índices de eficiencia y rentabilidad</b>			
Rentabilidad sobre el patrimonio	%	4,1%	4,9%
Rentabilidad sobre activo	%	3,0%	3,6%
Utilidad por acción	\$	0,53	0,63
EBITDA/Ventas	%	16,59%	17,01%

Fuente: Elaboración propia en base a FECU 2013 de FEPASA SA.

Esta tabla se presenta con la utilidad de contextualizar la realidad del negocio en esos años y formarse una opinión respecto a la empresa, para la cual se puede apreciar que hay ratios que han experimentado un brusco descenso pero explicado por razones sencillas, por ejemplo, la “Razón de Liquidez”: este cambio se debe a que el año 2012 FEPASA realizó ventas de activo fijo, por lo que su liquidez aumentó durante ese periodo. En relación al promedio de cobro y de pago, ambos disminuyeron, y en mayor medida lo hizo el promedio de cobro, por

lo que esto puede evidenciar una mejora en la liquidez. También es digno de destacar que la liquidez de FEPASA está disminuyendo, y si sigue esta tendencia lo más probable es que siga disminuyendo, esto debido a que su deuda de largo plazo está pasando a corto plazo.

A groso modo podemos concluir que la empresa se ha mantenido estable comparando su desempeño el 2012 vs el 2013, esto se evidencia en la poca fluctuación que han tenido ratios de importancia como lo son “Deuda Financiera / EBITDA”, “Rentabilidad sobre Patrimonio”, “Pasivos sobre Activos”, etc.

## **Capítulo 4. Valoración para FEPASA S.A**

### **4.1 Consideraciones generales**

En base a la información recopilada, construimos los flujos de caja del año 2010 al año 2013 esto debido a que el año 2010 los estados financieros de FEPASA S.A y su filial son preparados de acuerdo a IFRS, para la recopilación de esta información se utilizará el programa Economática que contiene datos de las principales bolsas de valores de países latinoamericanos incluido Chile. Gracias a esto hemos hecho la proyección, desde el año 2014 al año 2023.

### **4.2 Determinación de la tasa de descuento**

Para obtener la tasa de descuento  $K_c$ , parámetro que corresponde a la Rentabilidad de la Empresa o dicho en otras palabras, la rentabilidad mínima que la empresa espera obtener se utilizará la siguiente fórmula.

$$k_c = \rho_k \left( 1 - \left( t \frac{D}{VE} \right) \right) \quad (29) \quad D$$

Donde:

$t$  = Tasa de impuesto

$\frac{D}{VE}$  = Corresponde a la deuda financiera sobre el valor empresa

Y

(30)

$$\rho k = RF + (ERP * Bp^{sd})$$

Donde=

RF= Tasa libre de riesgo

ERP= Premio por riesgo

$Bp^{sd}$ = Corresponde al Beta patrimonial sin deuda.

### Cálculo del Beta

En primera instancia el  $\beta$  patrimonial de la acción sería determinado mediante un modelo de regresión lineal entre la rentabilidad mensual de la acción y el rendimiento mensual del IGPA pero esto no es posible porque desde el año 2006 al año 2013 solo hay 8 transacciones en la Bolsa, por lo tanto dado la complejidad que tendría el cálculo de un BETA para FEPASA (por la falta de información) y la gran probabilidad de que arroje un resultado estadísticamente no significativo (por la poca interacción bursátil del mercado financiero) para el cálculo del Beta sin deuda obtuvimos datos del profesor A. Damodarán con respecto a Betas de sectores industriales de Transporte de Ferrocarril (Railroad) y Transporte de Camiones (Trucking) para economías emergentes. Luego ponderamos estos Betas anteriormente mencionados por el factor de ponderación que FEPASA tiene en participación en cada uno de estos mercados, lo que finalmente nos dio un Beta sin deuda de 0,788796. Se puede apreciar en la siguiente tabla con los cálculos.



**Tabla 9 Cálculo del Beta**

<b>Betas</b>			
<b>Beta Transporte Ferrocarriles*</b>		<b>Beta Transporte Camiones*</b>	
<b>0,81<sup>2</sup></b>		<b>0,62<sup>2</sup></b>	
Ponderación Ferrocarril	88,4%	89%	
Ponderación Camiones	10,7%	11%	
Ponderación Otros Negocios	1,0%		
<b>Beta sin deuda</b>		<b>0.788796</b>	

Fuente elaboración propia en base a Memoria FEPASA y página web de Damodarán.

### **Tasa libre de riesgo**

La tasa utilizada fue la encontrada en la página web de la Asociación de bancos e instituciones financieras, el día 30 de diciembre del 2014, Se ocupó como tasa libre de riesgo Los bonos del banco central eligiendo los BCP a 10 años ya que estos cubren el horizonte de valuación que se requerirá para la valoración de la empresa. La tasa que se ocupó fue de RF = 4.38 %

### **Premio por riesgo de mercado.**

Corresponde a la diferencia entre la tasa libre de riesgo y los rendimientos esperados en el mercado. Este dato lo obtuvimos del profesor A. Damodarán con respecto al ERP para Chile. Para el año 2015 corresponde a un ERP= 6.65%<sup>3</sup>

### **Cálculo del $\rho k$ .**

<sup>2</sup> Obtenido de <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/>

<sup>3</sup> Obtenido de Página web [http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New\\_Home\\_Page/datafile/ctryprem.html](http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html)

Con los datos obtenidos tenemos que:

$$\rho k = RF + (ERP * Bp^{sd})$$

$$\rho k = 4.38\% + (6.65\% * 0.788796)$$

$$\rho k = 9.63\%$$

### Cálculo del $Kc$

La tasa de impuesto utilizada fue la que correspondía al 2013 con un 20% y para el Ratio de Deuda Financiera sobre Valor Empresa fue calculado como ratio promedio entre los años 2010 y 2013. Si bien en nuestra investigación contamos con datos desde el año 2004, lamentablemente no se pueden utilizar comparativamente en este rango de periodos debido a que se encuentran expresados bajo distintas normas contables (hasta el 2009 los estados de resultado y balances generales se expresaban bajo la norma NIC y desde el 2010 en adelante se rigen bajo la norma IFRS). El promedio obtenido fue de 13.7% como se aprecia en la siguiente tabla.

**Tabla 10 Promedio ratio deuda financiera sobre valor empresa**

Indicador		31-12-2013	31-12-2012	31-12-2011	31-12-2010	Promedio
Deuda financiera/Valor Empresa	%	11,3%	11,9%	14,7%	16,9%	13,7%

Fuente: Elaboración propia en base a Memorias de FEPASA

Con los datos obtenidos tenemos que:

$$kc = \rho k \left( 1 - \left( t \frac{D}{VE} \right) \right)$$

$$kc = 9.63\% (1 - (20\% * 13.7\%))$$

$$kc = 9.36\%$$

### 4.3 Flujos proyectados

Para proyectar los flujos futuros en primer lugar estimaremos las ventas futuras de FEPASA S.A, en primera instancia se consideró buscar algún modelo que determinará el crecimiento de las ventas de FEPASA S.A pero estos modelos no recogerían la información que existe a la fecha sobre el plan de impulso a la carga ferroviaria, por lo que se estimará los flujos de ventas según las proyecciones del Ministerio de Transporte que exponen en el plan de impulso a la carga ferroviaria. Respecto a los siguientes componentes del flujo, Costo de ventas, Gastos de administración, Otros ingresos y gastos operacionales serán calculados en base al promedio del año 2010 al 2013 de la proporción que representan de los ingresos por venta. El impuesto que se considerará será según la normativa vigente.

Finalmente se determinará la tasa “g”, la cual corresponde a una tasa que determinará el valor final del flujo en el último periodo, siendo ésta el elemento que resta a  $Kc$  (tasa de descuento o rentabilidad de la empresa) en el denominador del último flujo y que será calculada con el promedio del crecimiento de los últimos 8 flujos estimados ya que estos son más estables ya que los primeros crecerán a gran escala debido al ya mencionado plan de impulso a la carga ferroviaria, dando como resultado el último componente del Valor Actual de la empresa considerando los flujos futuros.

#### **4.3.1 Estimación del crecimiento de las ventas**

##### **Plan de impulso a la carga ferroviaria (PICAF)**

Como ya se mencionó el crecimiento futuro de las ventas lo determinaremos en base a los porcentajes establecidos en PICAF.

Según datos del Ministerio de Transportes al revisar la participación del ferrocarril en el transporte de carga de la última década se aprecia un relativo estancamiento en los volúmenes transportados, específicamente en la red centro-sur. Las razones que explican esto son múltiples e incluyen en hecho de que la inversión ferroviaria tiende a concentrarse en la atención de pasajeros. Para los próximos años se prevé en esta zona geográfica un aumento significativo de los proyectos productivos cuya carga tiene potencial para ser transportada competitivamente por tren. Adicionalmente, existe en la red oferta disponible para el transporte de dicha carga, con excepción de un conjunto de tramos específicos.

Es justamente dichos tramos donde el (PICAF) pone especial énfasis. Este documento constituye una propuesta argumentada técnicamente sobre la necesidad de materializar proyectos de infraestructura específicos para mejorar la red ferroviaria centro-sur, con el objetivo de duplicar la carga transportada en ella al año 2020.

El PICAF propone un curso de acción para asegurar que la red ferroviaria de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado (EFE) tenga las condiciones mínimas de capacidad y resistencia para captar 11,5 millones de toneladas de nuevas cargas con vocación ferroviaria, y con esto duplicar su participación actual antes del fin de la década. Para lograr esto se requiere la circulación de trenes más largos, pesados y a mayor frecuencia. Esto involucra inversiones en infraestructura para fortalecer vías y puentes, así como lograr desvíos de cruzamiento y mejora sistemas de comunicaciones operacionales. En paralelo se requiere que los operadores ferroviarios realicen las inversiones en estos trenes más largos y de mayor capacidad. En este sentido el plan requiere el compromiso y coordinación de actores públicos y privados.

El levantamiento de demanda de transporte de nuevas cargas fue realizado directamente por los porteadores y EFE, siendo esto posteriormente validado en la mesa de trabajo constituida para la realización del análisis. Así, estos proyectos representan cargas „capturables“ por parte de los operadores, en un caso hipotético en que ellos contaran con una infraestructura férrea libre de cuellos de botella. Las proyecciones se clasificaron por proyecto productivo, indicándose su origen y destino, junto con la proyección de toneladas a transportar en el horizonte 2013-2020. La demanda de estas nuevas cargas<sup>18</sup> fue luego sumada a la proyección orgánica de los movimientos existentes (prácticamente constante), obteniéndose los resultados ilustrados en el Gráfico 6.

### **Gráfico 6 Proyección estimada de crecimiento de acuerdo al PICAF**



Fuente: Estudio MTT 2013

Según los datos ilustrados en el Gráfico N° 3, entre 2013 y 2016 entran en producción proyectos que generan un 77% (8,9 millones de [ton]) de las nuevas cargas identificadas, añadiéndose luego entre 2017 y 2020 el restante 23% (2,7 millones de [ton]). Al término del período, el total de las cargas transportadas por los operadores privados se habrán duplicado.

De los 28 millones de toneladas que actualmente son transportados por ferrocarril, 4 de los 6 operadores ferroviarios operan en la Zona Norte del país, en donde cada operador es dueño de la línea férrea. FEPASA opera en la Zona Centro Sur, donde se sitúa la Red de EFE siendo el único operador ferroviario que además ofrece otros servicios al mercado como transporte en camión, bimodal y otros servicios de valor agregado.

FEPASA es el principal operador de carga ferroviaria por la línea de EFE por lo que estimaremos el crecimiento de los ingresos por venta de acuerdo al % de crecimiento de las ventas estimadas hasta el año 2020 y para los años 2021-2022 y 2023, estimaremos el crecimiento promedio de los últimos 4 años de la proyección de demanda del MTT ya que tienen un comportamiento más estable, lo que resume en la siguiente tabla.

**Tabla 11 Porcentaje de crecimiento estimado para las ventas**

<b>Año</b>	<b>millones de (ton) estimadas</b>	<b>% de crecimiento</b>
<b>2013</b>	11,4	-
<b>2014</b>	14,7	28,95%
<b>2015</b>	18,6	26,53%
<b>2016</b>	20,2	8,60%
<b>2017</b>	20,8	2,97%
<b>2018</b>	21,1	1,44%
<b>2019</b>	22,2	5,21%
<b>2020</b>	23,2	4,50%
<b>2021</b>	Promedio <sup>4</sup>	3,53%
<b>2022</b>	Promedio <sup>4</sup>	3,53%
<b>2023</b>	Promedio <sup>4</sup>	3,53%

Fuente: Elaboración propia en base información de MTT

#### 4.3.2 Costos, impuestos y otros componentes del flujo

La proyección de los flujos en lo que a costos u otros componentes del mismo se refiere se obtiene para los años posteriores a base al promedio de año 2010 al 2013 de las siguientes ponderaciones en relación al Ingreso por Ventas como se puede ver en la siguiente tabla.

**Tabla 12 Promedio ponderaciones de los costos y otro componentes**

<b>Estado de Resultado Consolidado</b>	<b>31-12-2010</b>	<b>31-12-2011</b>	<b>31-12-2012</b>	<b>31-12-2013</b>	<b>Prom 2010 - 2013</b>
----------------------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------------

<sup>4</sup> Para los años 2021-2022 y 2023 se estimó el crecimiento promedio de los últimos 4 años de la proyección de demanda del MTT ya que tienen un comportamiento más estable.

	%	%	%	%	%
Ingreso Actividades Ordinarias	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
Costo de Ventas	-83,2%	-82,9%	-83,2%	-83,5%	-83,2%
Ganancia Bruta	16,8%	17,1%	16,8%	16,5%	16,8%
Gasto de Administración	-8,5%	-8,8%	-7,9%	-8,2%	-8,3%
Otros Ingresos Operacionales	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%
Otros Gastos Operacionales	-0,7%	-0,1%	-0,1%	-0,7%	-0,4%
Ganancia (pérdida) antes de impuesto	7,8%	8,2%	8,8%	7,7%	8,1%

Fuente: Elaboración propia en base a memorias de FEPASA

En relación a los impuestos que se considerarán en los flujos hay que tener en cuenta las modificaciones que el 29 de septiembre de 2014 se publicó en el diario oficial a la Ley N° 20.780, en la cual se introdujeron diversas modificaciones al actual sistema de impuesto a la renta y otros impuestos. Entre las principales modificaciones se encuentra el aumento progresivo del Impuesto de Primera Categoría para los años comerciales 2014, 2015, 2016, 2017 y 2018 en adelante cambiando a un 21%, 22,5%, 24%, 25,5% y 27% respectivamente, en el evento que se aplique el sistema parcialmente integrado. O bien, para los años comerciales 2014, 2015, 2016 y 2017 en adelante, aumentando la tasa del impuesto a un 21%, 22,5%, 24% y 25% respectivamente, en el caso que se opte por la aplicación del sistema de renta atribuida.

FEPASA comunica en Hecho Esencial a la SVS el día 22 de octubre de 2014 que como FEPASA es una sociedad anónima abierta y de acuerdo a la norma supletoria indicada en la misma ley, resultaría aplicable el sistema de tributación parcialmente integrado, a menos que una junta de Accionistas de la Sociedad, llevada a cabo en la oportunidad establecida, y con los quórums exigidos acuerde optar por el sistema de renta atribuida.

### 4.3.3 Tasa de crecimiento “g”

La tasa “g” que corresponde a una tasa que determinará el valor del flujo perpetuo en el último periodo, siendo esta el elemento que resta a Kc (tasa de descuento o rentabilidad de la empresa) en el denominador del flujo perpetuo, dando como resultado el último componente del Valor Actual de la empresa considerando los flujos futuros, esta se obtuvo con el promedio del crecimiento de la utilidad de los últimos 8 flujos estimados la cual dio una tasa g de 3,5326%.

### 4.3.4 Estimación de Flujos proyectados

Para valorar la empresa FEPASA mediante el método de flujos de cajas descontados (DFC) se utilizará la siguiente fórmula:

$$(31) \quad VE_{cd} = \frac{\sum_{i=1}^n ION_i(1-t)}{(1+kc)^i} + \frac{ION(1-t)}{kc-g}$$

Los flujos proyectados<sup>5</sup> se presentan en la siguiente tabla:

---

<sup>5</sup> Respecto a la depreciación, para el cálculo de los flujos proyectados cuando se trabaja con flujos infinitos el efecto depreciación está incorporado en la tasa de crecimiento perpetuo de acuerdo a la restricción dispuesta en la teoría de opciones reales.



**Tabla 13 Flujos de caja proyectados**

Estado de Resultado Consolidado	31-12-2013	31-12-2014	31-12-2015	31-12-2016	31-12-2017	31-12-2018	31-12-2019	31-12-2020	31-12-2021	31-12-2022	31-12-2023
	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$
Ingreso Actividades Ordinarias	44.526.104	57.415.239	72.647.854	78.897.132	81.240.611	82.412.350	86.708.729	90.614.527	93.815.572	97.129.696	100.560.894
Costo de Ventas	37.173.880	47.769.600	60.443.168	65.642.580	67.592.360	68.567.250	72.141.846	75.391.478	78.054.754	80.812.112	83.666.876
<b>Ganancia Bruta</b>	<b>7.352.224</b>	<b>9.645.639</b>	<b>12.204.686</b>	<b>13.254.551</b>	<b>13.648.251</b>	<b>13.845.101</b>	<b>14.566.883</b>	<b>15.223.049</b>	<b>15.760.818</b>	<b>16.317.584</b>	<b>16.894.018</b>
<b>Gasto de Administración</b>	<b>3.638.891</b>	<b>4.789.899</b>	<b>6.060.688</b>	<b>6.582.038</b>	<b>6.777.544</b>	<b>6.875.297</b>	<b>7.233.724</b>	<b>7.559.568</b>	<b>7.826.617</b>	<b>8.103.099</b>	<b>8.389.349</b>
Otros Ingresos Operacionales	14.502	31.642	40.037	43.481	44.773	45.418	47.786	49.939	51.703	53.529	55.420
Otros Gastos Operacionales	298.905	228.371	288.959	313.816	323.137	327.798	344.887	360.422	373.154	386.336	399.984
<b>Ganancia (pérdida) antes de impuesto</b>	<b>3.428.930</b>	<b>4.659.012</b>	<b>5.895.076</b>	<b>6.402.179</b>	<b>6.592.343</b>	<b>6.687.425</b>	<b>7.036.058</b>	<b>7.352.998</b>	<b>7.612.749</b>	<b>7.881.677</b>	<b>8.160.105</b>
Gasto por impuesto a las Ganancias	316.140	1.001.687	1.326.392	1.536.523	1.681.047	1.805.605	1.899.736	1.985.309	2.055.442	2.128.053	2.203.228
<b>Total Resultado</b>	<b>3.112.790</b>	<b>3.657.324</b>	<b>4.568.684</b>	<b>4.865.656</b>	<b>4.911.295</b>	<b>4.881.820</b>	<b>5.136.323</b>	<b>5.367.688</b>	<b>5.557.307</b>	<b>5.753.624</b>	<b>5.956.876</b>
<b>Tasa de Crecimiento</b>		28,9474%	26,5306%	8,6022%	2,9703%	1,4423%	5,2133%	4,5045%	3,5326%	3,5326%	3,5326%
<b>Tasa Crecimiento Promedio</b>			3,5326%								

Fuente: Elaboración propia

Valor Flujo perpetuo
83.859.568 M

#### 4.4 Determinación del valor empresa por DFC

En virtud al flujo proyectado en el tópico anterior, se puede concluir que el valor de la empresa en la actualidad asciende a los \$ 59.875.119.335.- pesos, esto calculado con una tasa de descuento (Kc) igual a 9,36%. Finalmente se optó a calcular el valor x acción en base a esta valoración dividiendo el total del patrimonio por el número total de acciones que FEPASA posee (este dato se obtuvo de las memorias 2013 de la empresa) que corresponde a 4.713.485.125 lo que finalmente otorga un valor que asciende a los \$ 7.87.- pesos por acción, lo que se resume en la siguiente tabla.

**Tabla 14 Resumen Valoración empresa**

<b>Tasa Descuento (Kc)</b>	<b>9,36%</b>
<b>TOTAL ACTIVOS (\$)</b>	<b>\$ 59.875.119.335</b>
<b>TOTAL DEUDA (\$)</b>	<b>\$ 22.770.645.000</b>
<b>TOTAL PATRIMONIO (\$)</b>	<b>\$ 37.104.474.335</b>
<b>N° Acciones*</b>	<b>4.713.485.125</b>
<b>Precio x Acción</b>	<b>\$ 7,87</b>

Fuente: Elaboración propia

Se presenta conformidad con los resultados obtenidos, ya que actualmente el precio de las acciones que se ve en la bolsa de comercio de Santiago asciende a los \$ 5,5.- pesos, valor cercano al estimado con nuestra metodología. Se puede concluir que el actual precio de FEPASA se encuentra subvalorado, esto puede deberse a que en el cálculo que se estimó se consideró el PICAF lo que hace que aumenten los flujos futuros y por ende el valor actual de la empresa.

#### 4.5 Análisis Pasivos financieros y Préstamos y leasing FEPASA

A continuación se realizó un análisis de los pasivos financieros y leasings que nuestra empresa tiene con distintas instituciones financieras, esto con el fin de poder determinar un

plazo y una tasa promedio a la cual FEPASA se está endeudando. Este cálculo es de suma importancia para poder determinar, posteriormente, el valor de nuestra empresa por medio de metodologías de opciones financieras. A continuación se presentan el resumen de las obligaciones financieras de FEPASA.

**Tabla 15 Obligaciones con entidades financieras de FEPASA S.A**

Al 31 de diciembre de 2013		Préstamos bancarios			Obligaciones por leasing									
Empresa	RUT	96.684.580-5	96.684.580-5	Total Préstamos bancarios	96.684.580-5	96.684.580-5	96.684.580-5	96.684.580-5	96.684.580-5	76.115.573-3	76.115.573-3	Total Obligaciones por leasing	Total Deuda financiera	
	Nombre	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.		Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Ferrocarril del Pacífico S.A.	Transportes FEPASA Ltda.			Transportes FEPASA Ltda.
	País	Chile	Chile		Chile	Chile	Chile	Chile	Chile	Chile	Chile			Chile
Acreedor	RUT	97.004.000-5	97.004.000-5		97.006.000-6	97.036.000-K	97.036.000-K	97.004.000-5	97.006.000-6	97.036.000-K	97.036.000-K			
	Nombre	Banco de Chile (8)	Banco de Chile (2)		Banco Bci (3)	Banco Santander (5)	Banco Santander (7)	Banco de Chile (9)	Banco Bci (10)	Banco Santander (4)	Banco Santander (6)			
	País	Chile	Chile		Chile	Chile	Chile	Chile	Chile	Chile	Chile			
Datos deuda	Moneda	Peso chileno	UF		UF	UF	UF	UF	UF	Peso chileno	UF			
	Tipo de Amortización	Semestral	Semestral		Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual	Mensual			
	Tipo de Tasa	Fija	Variable		Fija	Fija	Fija	Fija	Fija	Fija	Fija			
	Tasa Efectiva	6,00%	TAB180 + 0,70%		4,50%	6,23%	4,12%	5,13%	3,30%	6,53%	4,70%			
	Tasa Nominal	6,00%	TAB180 + 0,70%		4,50%	6,23%	4,12%	5,13%	3,30%	6,53%	4,70%			
Vencimiento	Corriente	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	M\$	
	1 a 3 meses	0	0	0	27.674	6.765	28.305	1.948	17.350	73.066	63.097	218.205	218.205	
	3 a 12 meses	1.554.711	2.061.105	3.615.816	84.852	8.245	67.168	5.991	52.959	226.261	193.691	639.167	4.254.983	
	Total Corriente	1.554.711	2.061.105	3.615.816	112.526	15.010	95.473	7.939	70.309	299.327	256.788	857.372	4.473.188	
	No corriente													
	1 a 3 años	0	3.930.345	3.930.345	173.833	0	0	12.678	135.732	318.873	431.512	1.072.628	5.002.973	
	3 a 5 años	0	0	0	0	0	0	0	18.076	0	0	18.076	18.076	
	Más de 5 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total no corriente	0	3.930.345	3.930.345	173.833	0	0	12.678	153.808	318.873	431.512	1.090.704	5.021.049		
Total Obligación	1.554.711	5.991.450	7.546.161	286.359	15.010	95.473	20.617	224.117	618.200	688.300	1.948.076	9.494.237		

Fuente: Memoria FEPASA SA. 2013

La información mostrada en la tabla que viene a continuación fue extraída de la tabla anterior en la cual se mostrará cómo se realizó el cálculo de la tasa promedio a la cual se está endeudando nuestra empresa. Se agruparon las deudas de acuerdo a las distintas tasas de interés y se hizo una ponderación de cada agrupación por el total de la deuda y así obtener la Tasa promedio ponderada de la deuda que resultó un 4,08%

**Tabla 16 Tasa promedio ponderada de las obligaciones financieras**

	(A) Montos M\$	(B) Tasas	(C) Peso Deuda	(B)*(C)
<b>Prestamos</b>	1.554.711	6,00%	16,38%	0,98%
	5.991.450	3,25%	63,11%	2,05%
<b>Leasing</b>	286.359	4,50%	3,02%	0,14%
	15.010	6,23%	0,16%	0,01%
	95.473	4,12%	1,01%	0,04%
	20.617	5,13%	0,22%	0,01%
	224.117	3,30%	2,36%	0,08%
	618.200	6,53%	6,51%	0,43%
	688.300	4,70%	7,25%	0,34%
<b>TASA PROMEDIO</b>				<b>4,08%</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información de Memoria FEPASA

Una vez obtenida la tasa queda calcular el tiempo promedio al cual la empresa se endeuda. Se agruparon las deudas de acuerdo a los distintos plazos ocupando el máximo de los distintos rangos y se hizo una ponderación de cada agrupación por el total de la deuda y así obtener el promedio de meses de las obligaciones financieras de FEPASA S.A, que resultaron ser 24,55 meses

**Tabla 17 Promedio de Meses de las obligaciones financieras de FEPASA S.A**

(A) Leasing M\$	(B) Deuda Financiera M\$	(C) Total Deuda M\$	(D) MESES	[ (C) / SUMA (C) ] * (D)
218.205	218.205	436.410	3	0,11
639.167	4.254.983	4.894.150	12	5,13
1.072.628	5.002.973	6.075.601	36	19,12
18.076	18.076	36.152	60	0,19
<b>Promedio Meses</b>				<b>24.55</b>

Fuente: Elaboración propia en base a información de Memoria FEPASA

Cabe destacar que el tiempo promedio al cual FEPASA se encuentra endeudada es de aproximadamente 2,046 años, lo cual es bastante bajo para una empresa intensiva en activo fijo. Quizás este sea uno de los motivos del por qué FEPASA está empezando a tener problemas de liquidez.

#### **4.6 Valorización por opciones reales**

Para finalizar con este trabajo valorizaremos FEPASA a través de opciones reales, esto quiere decir que se calcula el valor del patrimonio incluyendo las expectativas que el mercado tiene sobre FEPASA. Los métodos de cálculo que se utilizarán serán: “Binomial”, “Black Scholes” y “Simulación por Montecarlo”; para este último método se utilizó el programa @risk con 10000 iteraciones con el fin de mostrar un resultado más certero.

Para trabajar con estos tres métodos mencionados anteriormente se debe calcular otro dato no revisado en los puntos anteriores: la “Varianza”. Lamentablemente FEPASA no es una empresa que realice muchas transacciones en la Bolsa de Comercio como se dijo anteriormente, por lo que calcular este estadístico en base al precio de sus acciones es totalmente inviable, por lo que se calculó la varianza en base la variabilidad de las exportaciones de medidas en FOB de las tres principales industrias a las cuales FEPASA otorga sus servicios: Forestal, Minería e Industrial.

Para conocer la varianza histórica la metodología utilizada fue en primer lugar calcular la tasa de variación desde el año 2003 al 2014 de las exportaciones medidas en FOB de cada una de las industrias antes mencionadas, luego se obtuvo la varianza y el promedio de estas tasas de cada una de las industrias, posteriormente a cada industria se le calculo una ponderación sobre el total del FOB de las 3 industrias para así obtener finalmente la varianza, desviación estándar y promedio ponderado de los 3 sectores cuyos resultados fueron 5,4% ; 23,3% y 2,5 % respectivamente. En la siguiente Tabla se muestran los cálculos realizados.

#### **Tabla 18 Varianza histórica de FEPASA a través de los sectores de ventas más**

**importantes medidas por su FOB de exportaciones.**

Periodo	1. Minería	2. Industrial	3. Forestal	Tasa crecimiento Minería	Tasa crecimiento Industrial	Tasa crecimiento Forestal
2003	8.773	10.733	1.279	0	0	0
2004	16.701	13.911	1.753	0,9037	0,2960	0,3704
2005	21.972	17.440	1.826	0,3156	0,2537	0,0420
2006	36.438	20.133	2.019	0,6584	0,1544	0,1053
2007	42.445	22.829	2.043	0,1648	0,1339	0,0119
2008	34.294	26.150	2.170	-0,1920	0,1455	0,0623
2009	31.877	19.918	1.555	-0,0705	-0,2383	-0,2833
2010	44.552	22.186	1.883	0,3976	0,1139	0,2105
2011	49.083	27.386	2.225	0,1017	0,2344	0,1817
2012	46.302	26.607	2.129	-0,0567	-0,0284	-0,0431
2013	43.937	26.997	2.272	-0,0511	0,0147	0,0671
2014	41.918	28.946	2.547	-0,0460	0,0722	0,1214
Ponderación	0,4221	0,5164	0,0615			
			Varianza	0,1016	0,0196	0,0228
			Promedio	-0,046	0,072	0,121
				Varianza Ponderada de los tres sectores	0,054	
				Desviación Ponderada de los tres sectores	0,233	
				Promedio Ponderado de los tres sectores	0,02	

Fuente: Elaboración propia en base a información del Banco Central de Chile.

Luego de obtener la varianza, desviación estándar y el promedio histórico se obtuvo la varianza que se usó para la valoración de FEPASA por opciones financieras. Para obtener la

varianza se incorporó el riesgo a los flujos de caja se mediante el movimiento geométrico browniano<sup>6</sup>

Matemáticamente el movimiento browniano se define de la siguiente manera:

$$(32) \quad dS = \mu S dt + \sigma S dz$$

Para el caso particular sería:

$$(33) \quad Vtas_{t+1} = Vtas_t * e^{\left( \left( \mu - \frac{\sigma^2}{2} \right) T + \sigma * Z * \sqrt{T} \right)}$$

En donde:

$Vtas_{t+1}$  □ Ingresos por ventas periodo t+1

$Vtas_t$  □ Ingresos por ventas periodo t

□ = Tasa de crecimiento promedio

$\frac{\sigma^2}{2}$   
□ = Varianza

□ = desviación estándar

T = periodo de tiempo

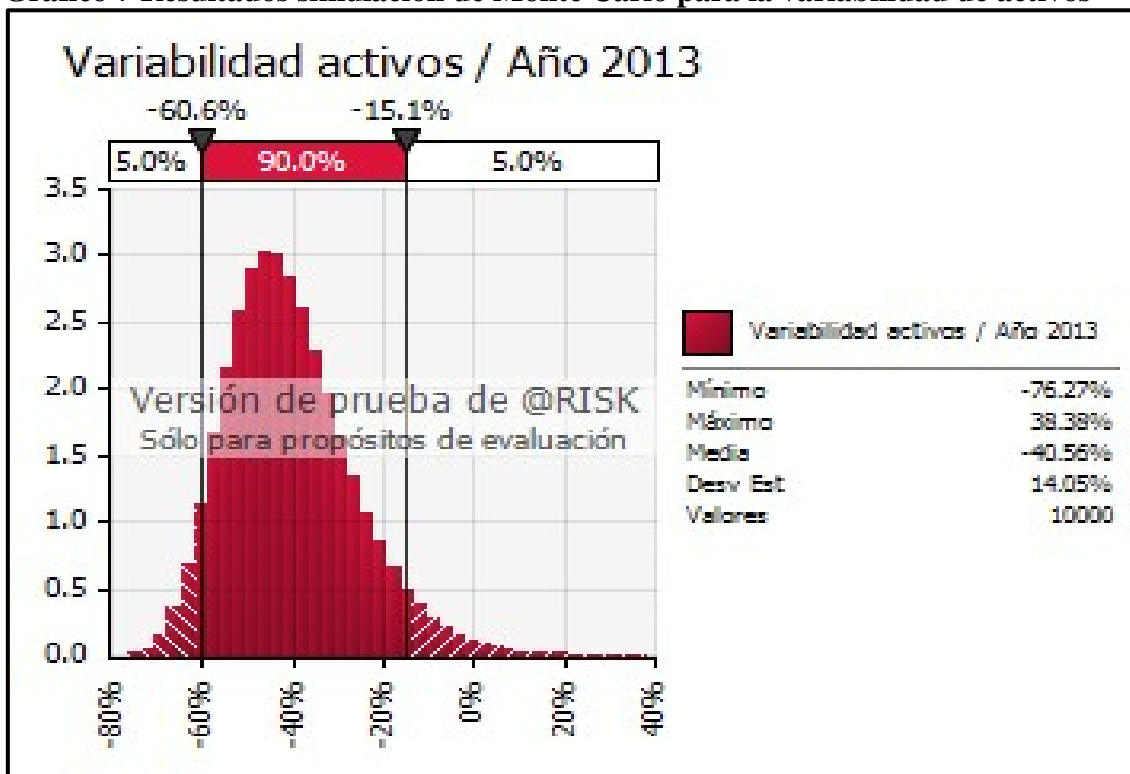
Z = ruido aleatorio que se distribuye normalmente, con □ = 0 y con □ = 1

---

<sup>6</sup> El modelo estocástico a utilizar será *Geometric Brownian Motion*, también conocido como Movimiento Browniano, es utilizado para estimar los retornos de S&P500, el movimiento del polen en el agua o el caminar de un hombre en condiciones de ebriedad. La tasa de cambio de un promedio es browniana, no así las observaciones subyacentes, por ejemplo el precio de las acciones no necesariamente siguen un movimiento browniano, pero si su retornos. Este es utilizado para estimar el comportamiento del precio de las acciones en teoría financiera y en otras incertidumbres.

Para generar diferentes escenarios, se configuró mediante la metodología de simulación de Monte Carlo, la que generó los estadísticos, y además se pudo graficar los principales resultados mediante histogramas y realizar un gráfico de distribución de frecuencias acumuladas sobre la valorización de la empresa en cada uno de los distintos escenarios.

**Gráfico 7 Resultados simulación de Monte Carlo para la variabilidad de activos**



Fuente: Elaboración propia en base a programa @Risk

Una vez obtenidos los resultados estadísticos relevantes del proceso de simulación a través del programa @risk, particularmente la desviación anual (14,05%) que nos entrega una varianza aproximada de 2%, se realiza la valorización de la empresa, utilizando el modelo binomial, Black Scholes y por simulación de Monte Carlo.

Ya con todos los datos que se obtuvieron de la investigación, se dio inicio a la utilización de los métodos de valorización por opciones mostrados al inicio de esta tesis. A continuación se muestra una tabla resumen que contiene los datos que se utilizaron para el cálculo de la valorización por opciones.

**Tabla 19 Resumen datos para valoración por opciones**



<b>Datos</b>	
<b>S(t)</b>	<b>\$ 59.875.119.335</b>
<b>RF</b>	<b>4,29%</b>
<b>Varianza</b>	<b>2,00%</b>
<b><math>\Delta t</math></b>	<b>2 años</b>
<b>Tasa Deuda</b>	<b>4,08%</b>
<b>K</b>	<b>\$ 24.666.634.559</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación se explican en detalle cada uno de los valores de la tabla anterior:

- S(t) corresponde al valor presente de los flujos proyectados de FEPASA (mostrado en la tabla de Flujos Proyectados)
- RF es la tasa libre de riesgo linealizada o continua. Anteriormente se utilizó la tasa libre de riesgo 4,38%; en este caso se traspasó esta tasa a forma continua aplicando “Logaritmo Natural” ( $\ln(x)$ ) a la anterior, obteniendo como resultado 4,29%.
- El  $\Delta t$  y la tasa de la deuda son los datos calculados en el capítulo de análisis de las obligaciones financieras
- La varianza es la obtenida por movimiento geométrico browniano y simulación de Montecarlo, corresponde a un 2%
- Finalmente el valor K corresponde a el valor de los pasivos totales del 2013, \$22.770.645.000.- (mostrado en el flujo) aplicando valor actual con la tasa promedio de la deuda y el periodo promedio de la deuda (t) mostrados en la anterior tabla lo que entrega un valor de \$ 24.666.634.559.
- 

#### **4.6.1 Valoración por opciones reales a través del Modelo Binomial**

Para realizar la valoración a través de este modelo utilizaremos la formula que se vio anteriormente para un modelo de 2 o más periodos:

$$C = \frac{p^2 C_{uu} + 2p(1-p)C_{ud} + (1-p)^2 C_{dd}}{r^{*2}}$$

A continuación se muestra una tabla resumen con los antecedentes de la opción call, con la información obtenida en esta investigación.

**Tabla 20 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Binomial**

S (Valor activos)	59.875.119.335			
K (valor deuda fecha vencimiento)	24.666.634.558			
T (Plazo vencimiento deuda)	24,55	meses	2,45	años
Varianza	2%	anual		
Tasa libre de riesgo (BCP)	4,29%	anual		
				Probabilidad neutral al riesgo escenario optimista
		p	0,67248	
				Probabilidad neutral al riesgo escenario pesimista
U (tasa de expansión)	1,22140	1-p	0,32752	
D (tasa de contracción)	0,81873			

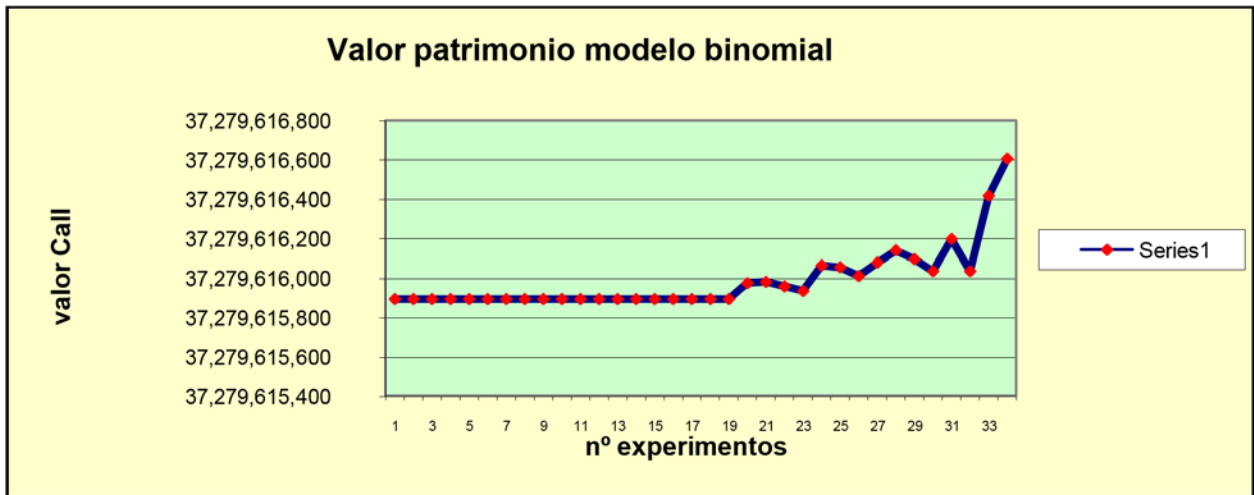
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 21 Valor del patrimonio, por medio de opciones, valorizadas a través del modelo binomial, después de 90 iteraciones**

										5.61E+10					
										5.45E+10					
									5.29E+10	5.28E+10					
								5.129E+10	5.12E+10						
							4.975E+10	4.97E+10	4.97E+10						
								4.824E+10	4.819E+10	4.81E+10					
									4.676E+10	4.672E+10	4.67E+10	4.66E+10			
									4.532E+10	4.527E+10	4.523E+10	4.52E+10			
									4.391E+10	4.386E+10	4.382E+10	4.38E+10	4.37E+10		
									4.252E+10	4.248E+10	4.243E+10	4.239E+10	4.23E+10		
									4.117E+10	4.112E+10	4.108E+10	4.104E+10	4.1E+10	4.09E+10	
									3.984E+10	3.98E+10	3.976E+10	3.971E+10	3.967E+10	3.96E+10	
									3.855E+10	3.85E+10	3.846E+10	3.842E+10	3.837E+10	3.83E+10	3.83E+10
Patrimonio	37,279,616,607	3.724E+10	3.719E+10	3.715E+10	3.71E+10	3.706E+10	3.7E+10								
N° acciones		3.599E+10	3.595E+10	3.591E+10	3.586E+10	3.582E+10	3.58E+10	3.57E+10							
	4,713,485,125														
Precio de acción	7.91	3.474E+10	3.469E+10	3.465E+10	3.46E+10	3.456E+10	3.45E+10								
			3.35E+10	3.346E+10	3.341E+10	3.337E+10	3.33E+10	3.33E+10							
				3.23E+10	3.225E+10	3.221E+10	3.216E+10	3.21E+10							
					3.111E+10	3.107E+10	3.103E+10	3.1E+10	3.09E+10						
						2.996E+10	2.991E+10	2.987E+10	2.98E+10						
							2.882E+10	2.878E+10	2.87E+10	2.87E+10					
								2.771E+10	2.767E+10	2.76E+10					
									2.663E+10	2.66E+10	2.65E+10				
										2.556E+10	2.55E+10	2.45E+10	2.45E+10		
											2.45E+10	2.45E+10			
												2.35E+10	2.25E+10		
														2.25E+10	

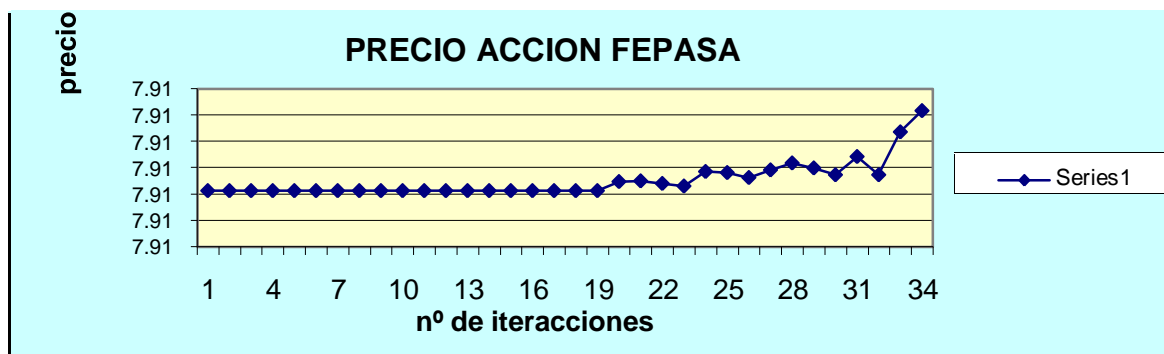
Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8 Valor del patrimonio en cada una de las iteraciones, según la opción call , modelo binomial**



Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 9 Valor del las acciones en cada una de las iteraciones, según la opción call, modelo binomial**



Fuente: Elaboración propia

Mediante un proceso de 90 interacciones se observa una clara convergencia hacia un precio por acción de \$7.91, que comparado con el precio de mercado del momento en que se realizó la valoración que corresponde a \$5.5 por acción, se observa una subvaloración por parte del mercado.

#### 4.6.2 Valoración por opciones reales a través del método de Black Scholes

En la siguiente tabla se mostrarán los datos de entradas para realizar el cálculo de la valoración por el Método Black Scholes:

**Tabla 22 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Black Scholes**

<b>S(t)=</b>	59.875.119.334.5
<b>RF=</b>	4,29%
<b>Sigma^2=</b>	1,97%
<b>Δt=</b>	2
<b>K=</b>	24.666.634.558.5
<b>d1</b>	4,993963517
<b>d2</b>	4,795266511

Fuente: Elaboración propia

Para realizar la valoración a través de este método utilizaremos la formula que se vio en capítulos anteriores:

$$C = SN(d_1) - Ee^{rt}N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}$$

Finalmente realizando el cálculo con los datos anteriormente mencionados se obtuvo:

$$C = 37.235.177.769$$

Por lo tanto:

Patrimonio	37.235.177.769
Nº de acciones	4.713.485.125
Precio de acción	7,9

Mediante este modelo el precio por acción es de \$7.90, que al igual que los otros modelos comparados con el precio de mercado del momento en que se realizó la valoración que corresponde a \$5.5 por acción, se observa una subvaloración por parte del mercado.

#### 4.6.3 Valoración por opciones reales a través de Simulación de Monte Carlo

**Tabla 23 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Simulación de Monte Carlo**

<b>S(t)</b>	59.875.119.334,5
<b>RF</b>	4.29%
<b>Sigma^2</b>	1,97%
<b>Δt=</b>	2
<b>K=</b>	24.666.634.558,5

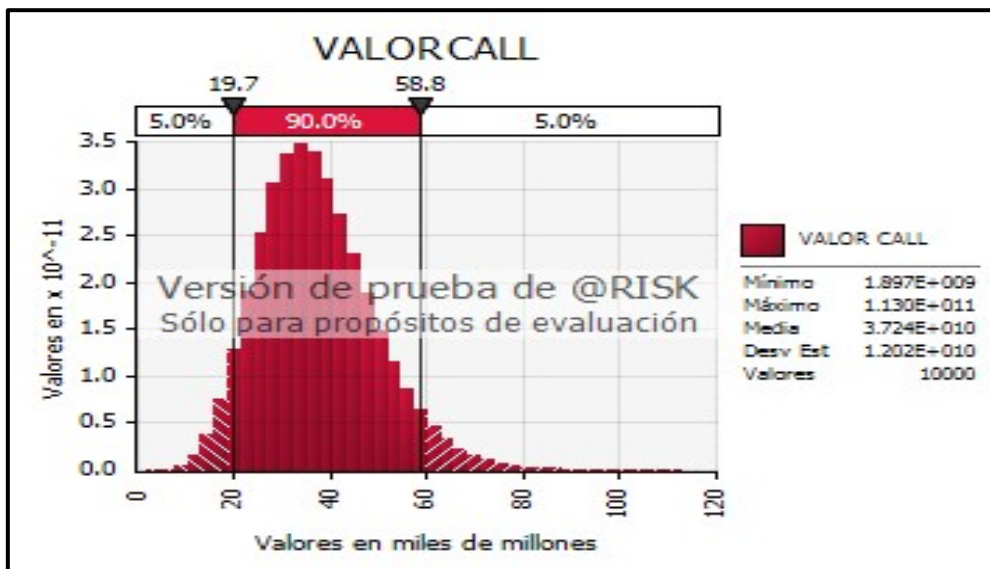
Fuente: Elaboración propia

Para realizar la valoración a través de Simulación utilizaremos la formula que se vio en capítulos anteriores:

$$x_t = x_0 * e^{\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma * Z * \sqrt{T}\right)}$$

Y aplicando la simulación con 10.000 iteraciones realizadas en el programa @risk se obtienen los resultados que se presentan en el siguiente gráfico.

#### Gráfico 10 Valor del patrimonio promedio de las iteraciones por Monte Carlo



Fuente: Elaboración propia en base programa @Risk

Al revisar el gráfico se puede observar que tras 10.000 iteraciones el promedio de la opción call fue de: 37.235.410.000 lo que en resumen significa

Patrimonio	37.235.410.000
N° de acciones	4.713.485.125
Precio de acción	7,9

Mediante Simulación de Monte Carlo el precio por acción es de \$7.90, que al igual que los otros modelos comparados con el precio de mercado del momento en que se realizó la valoración que corresponde a \$5.5 por acción, se observa una subvaloración por parte del mercado

#### 4.7 Resumen resultados obtenidos

Finalmente con los datos presentados anteriormente se obtuvo los siguientes resultados:

**Tabla 23 Resumen resultados obtenidos**

Tipo Método	Patrimonio	N° Acciones	Valor Acción
Tradicional	\$ 37.104.474.335	4.713.485.125	\$ 7,87
Binomial	\$ 37.279.616.607		\$ 7,91
Black Scholes	\$ 37.235.177.769		\$ 7,90

<b>Montecarlo</b>	<b>\$ 37.235.410.000</b>	<b>\$ 7,90</b>
-------------------	--------------------------	----------------

Fuente: Elaboración propia

Al analizar los resultados obtenidos se pudo inferir que la opción de compra (call) genera un valor adicional para el accionista, principalmente por el impacto positivo del riesgo sobre el valor de la acción, considerando el efecto del riesgo y variabilidad de las ventas que pueden darse en distintos escenarios. Para este caso la variación no ha sido tan significativa considerando la varianza baja que se obtuvo para la variabilidad de los activos de esta empresa. Al revisar la tabla se aprecia claramente que el valor de precio de acción más bajo fue el obtenido por medio del método tradicional presentado en las secciones anteriores con un valor de 7.87. El método Binomial fue calculado con 90 iteraciones, y corresponde al valor más alto, con un valor de \$9,1 la acción.

## **Conclusiones**

La finalidad de este trabajo fue la de valorar la empresa FEPASA con la finalidad de obtener el valor de la acción tomando en cuenta su situación actual y sus perspectivas futuras.

En una primera parte analizamos los métodos tradicionales para valorar la empresa, cuales son las limitantes de estos y seguidamente se analizaron los métodos de la valoración de opciones reales. Finalmente se analizó el caso real de la empresa FEPASA y se valoró a través del método tradicional de descuentos de flujos y a través de la metodología de opciones reales por el modelo Binomial, el método Black Scholes y por simulación de Montecarlo.

Se puede concluir que la visión tradicional de la valoración de empresas a través de DFC sólo considera para estimar el valor de una compañía o negocio a los flujos de caja directamente generados o a generar por dicha compañía y/o negocio. Este enfoque supone



subestimar el valor de las empresas y proyectos al no considerar aspectos como la realización de un proyecto de inversión que supone la adquisición de oportunidades de crecimiento futuro en mercados/productos relacionados. Por lo tanto la aplicación de este método podría llegar a hacernos concluir que un proyecto no es rentable cuando no se está teniendo en cuenta por ejemplo la posibilidad de reinversión en un proyecto.

Para valorar una empresa o un proyecto de inversión hoy en día en economías flexibles donde existen distintos riesgos de mercado y además donde las decisiones no son estáticas y se pueden tomar decisiones contingentes que cambien el futuro de un proyecto el análisis de opciones reales puede proveer una mejor evaluación. El análisis a través de opciones reales es un complemento y no sustituye los métodos DFC.

A pesar de las restricciones que presenta el modelo, Black Scholes es el modelo más comúnmente utilizado empíricamente para valorar opciones

A mi juicio a pesar de las restricciones que presenta el modelo es posible realizar ciertos ajustes que hacen que este modelo no sea valioso tan solo teóricamente sino también empíricamente. A pesar de la complejidad del modelo considero que puede llevar a una valoración más real sobre todo de las empresas que tienen apalancamiento financiero ya que consideran su nivel de riesgo, que es el que permite que la valoración converja con el comportamiento de las acciones en el mercado de valores identificando el riesgo sistemático.

Respecto a las ventajas del método binomial es que los arboles binomiales son modelos en tiempo discreto y que son muy flexibles y capaces de incorporar muchas eventualidades como puede ser valorizar una opción americana o incluso incorporar dividendos. Una de las desventajas de este modelo es que esta misma característica de estar en tiempo discreto dificulta esta utilización como predicción del precio real del mercado al no coincidir posteriormente y que en esos momentos resultaría difícil de contrastar.

En cuanto a la Simulación de MonteCarlo dentro de las ventajas de la aplicación de la está la cantidad de programas que sirven para simular además la simulación permite resolver problemas que no tienen solución mediante el análisis. La simulación de Montecarlo se

puede aplicar para cualquier tipo de problema sea estocástico o determinista. Cuando se aplica la simulación de Montecarlo se puede ver exactamente qué valores tiene cada variable de entrada y además se puede ver cuáles son las variables que más influye en los resultados. Por último muy importante es lo fácil de hacer gráficos con los datos generados por Montecarlo y se pueda observar las posibilidades de que algo suceda.

La desventaja principal a mi parecer es que los resultados de salida son aleatorios y deben ser tratados de esta forma y considerarlos tan solo como una estimación. Otra desventaja es que si los modelos de simulación son muy complejos puede ocuparse mucho tiempo en su construcción. Cada simulación es única porque interviene el azar.

En lo que respecta a la parte empírica la valoración por DCF entregó un valor de precio de la acción de \$7.87 por lo que la que al comprarlo con el registrado el 30 de diciembre de 2013 en la bolsa de comercio de Santiago (\$5,5) muestra que esta acción se encontraría subvalorada, igualmente se presenta conformidad con los resultados obtenidos por que son precios relativamente cercanos y la subvaloración del mercado por esta acción puede deberse a que en el cálculo que se estimó se consideró el “plan de impulso a la carga ferroviaria” lo que hace que aumenten los flujos futuros y por ende el valor actual de la empresa.

Al analizar los resultados obtenidos por los distintos métodos de valoración de las opciones reales se puede inferir que la opción de compra (call) genera un valor adicional para el accionista, principalmente por el impacto positivo del riesgo sobre el valor de la acción, considerando el efecto del riesgo y variabilidad de las ventas que pueden darse en distintos escenarios. Para este caso la variación no ha sido tan significativa considerando la varianza baja que se obtuvo para la variabilidad de los activos de esta empresa. Al revisar la tabla se aprecia claramente que el valor de precio de acción más bajo fue el obtenido por medio del método tradicional presentado en las secciones anteriores con un valor de 7.87. El método Binomial fue calculado con 90 iteraciones, y corresponde al valor más alto, con un valor de \$9,1 la acción.

## Referencias

- Acosta, P. (1999). Modelo de Simulación de Monte Carlo para evaluar opciones reales: Evaluación de una mina de cobre mediante el algoritmo de Barraquand-Martineau Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Amram, M., & Kulatilaka, N. (2000). *Opciones reales: evaluación de inversiones en un mundo incierto*. Gestión 2000.
- Andalaf, A., & Gallardo, M. (2008) Análisis de la incorporación de flexibilidad en la evaluación de proyectos de inversión utilizando opciones reales y descuento de flujos dinámico. *Horizontes empresariales*. 7-1,41-56
- Ayastuy, G. A. (2004). Los Modelos Implícitos de Valoración de Opciones. Cuadernos de Gestión, 4(2), 77-93
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The journal of political economy*, 637-654.
- Casparri, M. T., & Elfenbaum, M. (2014). Algoritmo para la valuación numérica de opciones americanas. *Revista de investigación en modelos financieros*, 1.
- Copeland, Tom y Antikarov, Vladimir ( 2001) Real Options. A practitioner's guide.

Texere. USA.

-Cortázar, G. (2001). Simulation and Numerical Methods in Real Options Valuation. Real Options and Investment Under Uncertainty: Classical Readings and Recent Contributions, (Ed) E.S. Schwartz and L.Trigeorgis, MIT Press, p. 601-620

-Cortazar, G. & Schwartz, E. S. (1998). Monte Carlo evaluation model of an undeveloped oil field. *Journal of Energy Finance & Development*, 3(1), 73-84.

-Cox, J. C., Ross, S. A., & Rubinstein, M. (1979). Option pricing: A simplified approach. *Journal of financial Economics*, 7(3), 229-263.

-Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset*. John Wiley & Sons.

-Dixit A.K. y Pindyck **R.S.** (1994). *“Investment under uncertainty”*. New Jersey, NJ: Princeton University Press.

-Fernández P. (2001) *"Valuación de empresas a partir de la teoría de opciones"*, Ejecutivos de Finanzas, No. 1001, Octubre 2001, pp 68 – 70

-Fernández, P. (2008). Utilización de la fórmula de Black y Scholes para valorar opciones. In descargable en <http://ssrn.com/abstract> (Vol. 1116312)

-Fontes, D., Camoes, L. y Fonter, F. (2007). *Real Options using Markov Chains: an application to production Capacity Decisions*. Brasil: Universidad do Porto

-García F. y Romero R. (2009). *“Caracterización y análisis de modelos de evaluación económica de proyectos de inversión bajo incertidumbre”* Revista Ingeniería Industrial. Año 8 N°1

-González J. (2012), *“Opciones reales implícitas en el desarrollo estratégico de una empresa distribuidora de alimentos”*. Tesis para optar al grado de Magíster en Gestión Industrial.

- Grinblatt, M., Titman, S., & Wermers, R. (1995). Momentum investment strategies, portfolio performance, and herding: "A study of mutual fund behavior". *The American economic review*, 1088-1105.
- Harmantzis, F. C., & Tanguturi, V. P. (2007). Investment decisions in the wireless industry applying real options. *Telecommunications Policy*, 31(2), 107-123.
- Hernández, D. (2002). Opciones Reales: "El Manejo de Las Inversiones Estratégicas en las Finanzas Corporativas" Tesis. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- Longstaff, F. A. & Schwartz, E. S. (2001). Valuing american options by simulation: A simple least -squares approach. *The Review of Financial Studies*, 14 (1), 113-147.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection\*. *The journal of finance*, 7(1), 77-91
- Martin, J. D., & Petty, J. W. (2001). "La gestión basada en el valor". *Gestión* 2000.
- Mascareñas, J. (2012). Las Acciones Ordinarias como Opciones sobre el Activo de la Empresa (Equity Shares as Options on Firm's Assets). *Monografías de Juan Mascareñas sobre Finanzas Corporativas*, ISSN, 1878.
- Mauboussin, M. J. (1999). Get real: using real options in security analysis. In *Credit Suisse First Boston Corp.*, [http://www. capatcolumbia. com/frontiers/Fof10. pdf](http://www.capatcolumbia.com/frontiers/Fof10.pdf).
- Menéndez P. (2010) "Valoración de opciones reales en un proyecto de inversión". Proyecto final de MBA, Universidad del Litoral, Santa Fé, Argentina.
- Myers, S. C. (1977). Determinants of corporate borrowing. *Journal of financial economics*, 5(2), 147-175.
- Pisón, I. (2001): "Dirección y gestión financiera de la empresa", Editorial Pirámide, Madrid.

- Romero, R. R., & Ruiz, F. A. G. (2009). Caracterización y análisis de modelos de evaluación económica de proyectos de inversión bajo incertidumbre. *Revista Ingeniería Industrial*, (1), 35-50.
- Rose, S. (1998). Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38(3), 711-743.
- Santandreu, P., & Torres, J. (2012), Selección del método de valoración de empresas en función de la empresa y el ciclo económico: “El modelo QQC, *Revista de Contabilidad y Dirección*” Vol. 15, 2012, pp. 115-132
- Sapag, N. R., Sapag. 2000. Preparación y evaluación de proyectos, 4ª edición, Santiago, RM.
- Schwartz, E.S. (2004). Patents and R&D as Real Options. *Economics Notes*, 33, 23-54. -  
Schwartz, E. S. & Moon, M. (2000). Rational Pricing of Internet Companies. *Financial Analysts Journal*, 56(3), 62-75.
- Trigeorgis, L. (1999). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Boston, MA: Asco Trade Typesetting
- Urzúa, J. L. (2004). Valorización de Opciones Reales Multidimensionales Mediante Simulación de Monte Carlo Utilizando El Algoritmo LSM. Pontificia Universidad Católica de Chile. 35-46
- Villamil, J. (2006). Models of Valuation of European Options in Continuous Time. *Cuadernos de Economía*, 25(44).
- Vitoriano, B. Modelos y métodos de simulación estocástica. Aplicación en la valoración de opciones financieras.
- Zapata, C. J., Piñeros, L. C., & Castaño, D. A. (2004). El método de simulación de Montecarlo en estudios de confiabilidad de sistemas de distribución de energía eléctrica.

*Scientia et Technica*, 1(24).

### **Sitios de Internet**

-Asociación de Bancos e Instituciones Financieras: [en línea] <http://www.abif.cl/> [Consulta: Enero 2015]

-Aswath Damodaran: [en línea] <http://people.stern.nyu.edu/adamodar/> [Consulta: Noviembre 2014]

-Banco Central de Chile: [en línea] <http://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/arboles.aspx>. [Consulta: febrero 2015]

-Bolsa de Comercio de Santiago: [en línea] <http://www.bolsadesantiago.com>. [Consulta: diciembre 2014]

-Empresa de los Ferrocarriles del Estado: [en línea] <http://www.efe.cl/> [Consulta: febrero 2015]

-FEPASA: [en línea] <http://www.fepasa.com/> [consulta: septiembre 2014] [Consulta: febrero 2015]

-Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones: [en línea] <https://www.mtt.gob.cl/> [Consulta: febrero 2015]

-Superintendencia de Valores y Seguros: [en línea] [http:// www.svs.cl](http://www.svs.cl). [Consulta: octubre 2014]

