

## **NUEVOS ENFOQUES DE VALORACIÓN DE EMPRESAS. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE OPCIONES A UNA EMPRESA DE TRANSPORTE DE CARGA CHILENA**

### **NEW APPROACHES TO COMPANIES VALUATION. APPLICATION OF OPTIONS METHODOLOGY TO A CHILEAN FREIGHT COMPANY.**

#### **Mauricio I Gutiérrez Urzúa**

Doctor en Economía Financiera  
Universidad del Bío Bío  
mauricio.g@ubiobio.cl

#### **Karen J. Mainhard Escalona**

Ingeniero Comercial Universidad Bio Bio  
kjmainhard@gmail.com

### **Resumen**

Diversos estudios asimilan las acciones de una empresa como una opción de compra sobre los activos de la compañía. Basado en aquello, en este estudio determinamos el valor de una empresa de transporte de carga chilena mediante la aplicación de la metodología de opciones. Las opciones consideran el aporte de la flexibilidad en la evaluación por lo que se ajusta a escenarios inciertos. Asimismo, se incorporó el valor de la incertidumbre mediante movimiento geométrico browniano y simulación de Montecarlo. Preliminarmente y para efectos de comparación, se valoró la empresa a través de Flujos de Caja Descontados. Se pudo establecer que la metodología de opciones usada para valorar empresas genera un valor adicional debido al impacto del riesgo sobre el valor de la acción.

**Palabras clave:** Valor, opciones, riesgo, flexibilidad.

**Clasificación JEL:** G12

### **Abstract**

Several studies consider as the shares of a company as a call option over the assets. Based on that, in this study we determine the value of a Chilean freight company by application of Options Methodology. The options considered the contribution of the flexibility in the assessment so that it fits uncertain environments. Further the uncertainly value was incorporated by Geometric Brownian Motion and Montecarlo simulation. Preliminary and for comparison, the company was valued by Discounted Cash Flow (DCF). It was established that the Options Methodology used to assess companies generates additional value due to the risk impact over the share's value.

**Keywords:** Value, options, risk, flexibility.

**Clasificación JEL:** G12

## 1. INTRODUCCIÓN

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 el presente estudio se entra 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 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.

## 2. ANALISIS TEÓRICO

### 2.1. Opciones

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.

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.

### 2.2. Opciones reales

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.

### 2.3. Modelos de Valoración de opciones

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).

#### 2.3.1. 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:

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

Donde:

$$p = \frac{r^* - d}{u - d} \quad (2)$$

$$1 - p = \frac{u - d}{r^* - d} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} C_u &= \text{Max}[0, uS - E] \\ C_d &= \text{Max}[0, dS - E] \end{aligned} \quad (4)$$

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:

$$P = \frac{1}{r} [pP_u + (1-p)P_d] \quad (5)$$
$$P_u = \text{Max}[0, uS - E]$$
$$P_d = \text{Max}[0, uS - E]$$

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  $n$  períodos, la valoración de una opción se realiza calculando los valores de la misma al final de los  $n$  períodos y por un procedimiento recursivo (retrocediendo en el tiempo) ir calculando, mediante las fórmulas anteriores, su valor en cada nudo del diagrama o árbol. Si hacemos uso de la fórmula para un periodo, obtenemos:

$$C_u = \frac{1}{r^*} [pC_{uu} + (1-p)C_{ud}] \quad (6)$$
$$C_d = \frac{1}{r^*} [pC_{ud} + (1-p)C_{dd}]$$

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

$$C = \frac{1}{r^*} [pC_u + (1-p)C_d] \quad (7)$$
$$C = p^2 C_{uu} + 2p(1-p)C_{ud} + (1-p)^2 C_{dd}$$

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

$$P = C - S + \frac{E}{r^n} \quad (8)$$

### 2.3.2. 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>12</sup>:

- $W_0 = 0$  con probabilidad uno
- $\{W_t - W_s\} \sim N(0, t - s)$

<sup>12</sup> En esta definición se asume que el espacio de probabilidad  $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$  está dado.

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

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

$$C = SN(d_1) - Ee^{rt}N(d_2) \quad (9)$$

Donde:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S}{E}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (10)$$

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:  $r = \ln(1 + r_p)$

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:

$$P = Ee^{rt}N(-d_2) - SN(-d_1) \quad (11)$$

### 2.3.3. Simulación de Montecarlo

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).

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.

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:

$$S_T = S_{T-1} + S_{T-1}(r\delta t + \sigma\varepsilon\sqrt{\delta t}) \quad (12)$$

Donde:

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

$\sigma$  = 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.

### 3. APLICACIÓN DE LA METODOLOGIA A UN CASO PARTICULAR

#### 3.1. Determinación de la tasa de descuento

Se realizó una valoración de la empresa FEPASA S.A al 31 de diciembre del 2013. 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.

$$k_c = \rho k \left( 1 - \left( t \frac{D}{VE} \right) \right) \quad (13)$$

Donde:

t = Tasa de impuesto

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

Y

$$\rho k = RF + (ERP * Bp^{sd}) \quad (14)$$

Donde:

RF= Tasa libre de riesgo

ERP= Premio por riesgo

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

**Tabla 1 Determinación tasa de descuento**

RF Tasa promedio BCP 10 años	4,38%
ERP (modelo Damodaran)	6.65%
$Bp^{sd}$	0.788796
Tasa de impuesto	20%
Deuda financiera sobre el valor empresa	13,7%
$\rho k$	9,63%
Rentabilidad empresa $Kc$	9,36%

Fuente: Elaboración propia

### 3.2. Flujos proyectados

#### 3.2.1. Estimación del crecimiento de las ventas, costos, impuestos, otros componentes del flujo y tasa de crecimiento “g”

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. 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. 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%.

#### 3.2.2. Estimación de Flujos proyectados

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

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

### 3.3. 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 2 Resumen Valoración empresa**

<b>Tasa Descuento (Kc)</b>	<b>9,36%</b>
Total activos (\$)	\$ 59.875.119.335
Total deuda (\$)	\$ 22.770.645.000
Total patrimonio (\$)	\$ 37.104.474.335
N° Acciones*	4.713.485.125
Precio x Acción	\$ 7,87

Fuente: Elaboración propia

### 3.4. 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 3 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
Promedio Meses				24,55

Fuente: Elaboración propia en base a información de Memoria FEPASA

### 3.5. Cálculo de la varianza

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. 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.



Matemáticamente el movimiento browniano se define de la siguiente manera:

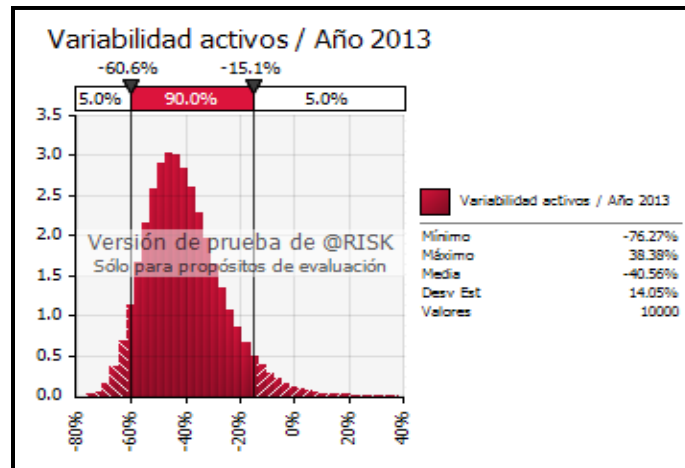
$$dS = \mu S dt + \sigma S dz \quad (15)$$

Para el caso particular sería:

$$Vtas_{t+1} = Vtas_t * e^{\left(\left(\mu - \frac{\sigma^2}{2}\right)T + \sigma * Z * \sqrt{T}\right)} \quad (16)$$

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 1 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.

**Tabla 3 Resumen datos para valoración por opciones**

Datos	
S(t)	\$ 59.875.119.335
RF	4,29%
Varianza	2,00%
Δt	2 años
Tasa Deuda	4,08%
K	\$ 24.666.634.559

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.

### 3.6. Valoración por opciones reales a través del Modelo Binomial

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

**Tabla 5 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		
		p	0,67248	Probabilidad neutral al riesgo escenario optimista
U (tasa de expansión)	1,22140	1-p	0,32752	Probabilidad neutral al riesgo escenario pesimista
D (tasa de contracción)	0,81873			

Fuente: Elaboración propia

Mediante un proceso de 90 interacciones se observa una clara convergencia hacia un precio por acción de \$7.91.

### 3.7. 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 6 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Black Scholes**

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

Fuente: Elaboración propia

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

$$C = 37.235.177.769$$

Por lo tanto:

Patrimonio	37.235.177.769
N° de acciones	4.713.485.125
Precio de acción	7,9

### 3.8. Valoración por opciones reales a través de Simulación de Monte Carlo

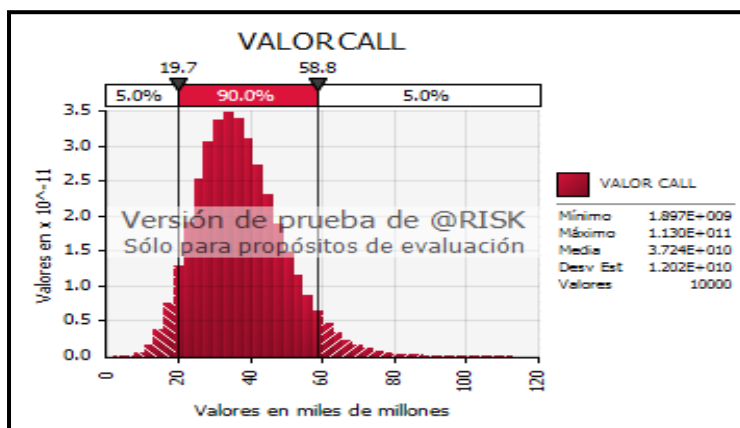
**Tabla 7 Resumen antecedentes para la construcción opción call por Simulación de Monte Carlo**

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

Fuente: Elaboración propia

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 2 Valor del patrimonio promedio de las iteraciones por Monte Carlo**



Fuente: Elaboración propia

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
Nº de acciones	4.713.485.125
Precio de acción	7,9

### 3.9. Resumen resultados obtenidos

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

**Tabla 8 Resumen resultados obtenidos**

Tipo Método	Patrimonio	Nº 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
Montecarlo	\$ 37.235.410.000		\$ 7,90

Fuente: Elaboración propia

#### **4. CONCLUSIONES**

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.

## 5. REFERENCIAS

- Amram, M., & Kulatilaka, N. (2000). *Opciones reales: evaluación de inversiones en un mundo incierto*. Gestión 2000.
- Black, F., & Scholes, M. (1973). The pricing of options and corporate liabilities. *The journal of political economy*, 637-654.
- 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.
- Hernández, D. (2002). Opciones Reales: "El Manejo de Las Inversiones Estratégicas en las Finanzas Corporativas" Tesis. *Universidad Nacional Autónoma de México*.
- 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>.
- Rose, S. (1998). Valuation of Interacting Real Options in a Tollroad Infrastructure Project. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 38(3), 711-743.
- Trigeorgis, L. (1999). *Real Options: Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation*. Boston, MA: Asco Trade Typesetting
- Villamil, J. (2006). Models of Valuation of European Options in Continuous Time. *Cuadernos de Economía*, 25(44)

## 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/> [Consulta: octubre 2014]

## 6. ANEXO

### 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
Ganancia Bruta	7.352.224	9.645.639	12.204.686	13.254.551	13.648.251	13.845.101	14.566.883	15.223.049	15.760.818	16.317.584	16.894.018
Gasto de Administración	3.638.891	4.789.899	6.060.688	6.582.038	6.777.544	6.875.297	7.233.724	7.559.568	7.826.617	8.103.099	8.389.349
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
Ganancia (pérdida) antes de impuesto	3.428.930	4.659.012	5.895.076	6.402.179	6.592.343	6.687.425	7.036.058	7.352.998	7.612.749	7.881.677	8.160.105
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
Total Resultado	3.112.790	3.657.324	4.568.684	4.865.656	4.911.295	4.881.820	5.136.323	5.367.688	5.557.307	5.753.624	5.956.876
ta de Crecimiento		28,9474%	26,5306%	8,6022%	2,9703%	1,4423%	5,2133%	4,5045%	3,5326%	3,5326%	3,5326%
SA Crecimiento Promedio		3,5326%									

Fuente: Elaboración propia

Valor Flujo perpetuo	
83.859.568	M