

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE LITORAL



FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE MATEMÁTICAS

TESIS DE GRADUACIÓN

PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

“MAGÍSTER EN SEGUROS Y RIESGOS FINANCIEROS”

TEMA

**“MODELO DE VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN
INMOBILIARIAS MEDIANTE OPCIONES REALES”**

AUTOR

LUIS GABRIEL PINOS LUZURIAGA

GUAYAQUIL - ECUADOR

AÑO

2015

DECLARACIÓN EXPRESA

La responsabilidad por los hechos y doctrinas expuestas en este proyecto de Graduación, me corresponden exclusivamente; el patrimonio intelectual del mismo corresponde exclusivamente a la **Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas, Departamento de Matemáticas** de la Escuela Superior Politécnica de Litoral.

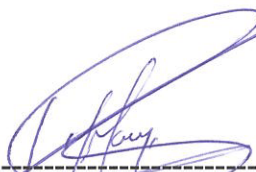


LUIS GABRIEL PINOS LUZURIAGA

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN



M.Sc. Wehrli Perez Caicer
Presidente del Tribunal



M.Sc. Marlon Manya Orellana
Director de tesis



M.Sc. José Castro Carrasco
Vocal

DEDICATORIA

Este Trabajo va dedicado en primera instancia a Dios por todas las bendiciones derramadas sobre mi persona, y a mis Padres por el apoyo incondicional prestado en el desarrollo de esta maestría, ya que esta representó la más importante de mis experiencias en mi formación personal, académica y profesional.

El Autor.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a mis compañeros pues he aprendido grandes experiencias de ellos, a mis profesores que han sabido dirigir y brindar el conocimiento que sin duda me servirá infinitamente en mi desarrollo profesional, en especial al Econ. Marlon Manyá Orellana que supo dirigirme de la manera más acertada para la presentación de la presente Tesis.

El Autor.

INDICE DE CONTENIDOS

“MODELO DE VALORACIÓN DE PROYECTOS DE INVERSIÓN INMOBILIARIAS MEDIANTE OPCIONES REALES”

CAPITULO 1

1. DISEÑO DE TESIS

1.1. Introducción -----	3
1.2. Descripción del Problema -----	3
1.3. Objetivo General-----	4
1.4. Objetivos Específicos-----	5
1.5. Justificación del Proyecto-----	5
1.6. Hipótesis del Proyecto-----	5
1.7. Marco Teórico-----	5
1.8. Aspectos Metodológicos-----	7
1.9. Aspectos Prácticos-----	7
1.10. Temario-----	7
1.11. Resultados Esperados-----	7

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO TEÓRICO DE LAS OPCIONES FINANCIERAS Y REALES.

2.1. Introducción-----	8
2.1.1. Supuestos del VAN-----	9
2.2. Breve Análisis de la Industria-----	10
2.3. Opciones-----	16
2.3.1. Antecedentes-----	16
2.3.2. Opciones Financieras-----	16
2.3.2.1. ¿Qué Determina el valor de la Opción?-----	20
2.3.3. Opciones Reales-----	22
2.3.3.1. Relación entre proyectos de inversión y Opciones-----	26
2.3.3.2. Tipos de Opciones Reales-----	28
2.3.3.2.1. Opción de Diferir-----	28
2.3.3.2.2. Opción de Abandonar-----	29
2.3.3.2.3. Opción de Expandir-----	30
2.3.3.3. Aplicación de las Opciones Reales en la construcción-----	31
2.3.4. Diferencia entre Opciones financieras y Reales-----	31
2.3.5. Valoración de Opciones Reales-----	32
2.3.5.1. Modelo de Black-Scholes para Opciones Reales-----	32
2.3.5.1.1. Utilización de Black – Scholes-----	33
2.3.5.2. Modelo de Cox-Rubinstein o Binomial-----	34
2.3.5.3. Modelo Monte Carlo-----	36

CAPÍTULO 3

3. APLICACIÓN DEL MODELO DE OPCIONES REALES A LA CONSTRUCCIÓN

3.1. El Proyecto-----	38
3.1.1. Política de Precios-----	38
3.1.2. Flujo de Caja-----	39
3.2. La Variabilidad del Proyecto-----	41
3.3. Aplicación del Modelo de Opciones Reales y Simulación-----	43
3.3.1. Escenario Medio-----	47
3.3.1.1. Con Construcción-----	47
3.3.1.2. Venta de Solares-----	48
3.3.2. Escenario Peor-----	50
3.3.2.1. Con Construcción-----	50
3.3.2.2. Venta de Solares-----	51
3.3.3. Escenario Mejor-----	52
3.3.3.1. Con Construcción-----	52
3.3.3.2. Venta de Solares-----	54
3.4. Opción de Diferimiento-----	55
3.4.1. Punto de Equilibrio Escenario Medio-----	55
3.4.2. Punto de Equilibrio Escenario Bajo-----	57
3.4.3. Punto de Equilibrio Escenario Alto-----	59
3.5. Opción de Abandono y Expansión de Escala Productiva -----	61
4. CONCLUSIONES-----	64
5. ANEXOS-----	67
5.1. Anexo 1-----	68
5.2. Anexo 2-----	69
5.3. Anexo 3-----	70
5.4. Anexo 4-----	73
5.5. Anexo 5-----	75
5.6. Anexo 6-----	77
5.7. Anexo 7-----	78
5.8. Anexo 8-----	79
5.9. Anexo 9-----	80
5.10. Anexo 10-----	81
5.11. Anexo 11-----	82
5.12. Anexo 12-----	83
5.13. Anexo 13-----	84
5.14. Anexo 14-----	85
5.15. Anexo 15-----	86
5.16. Anexo 16-----	87
5.17. Anexo 17-----	88

RESUMEN

Esta tesis plantea construir, verificar y validar la elaboración de proyectos de inversión inmobiliarios mediante opciones reales (abandono, expansión de escala productiva o diferimiento de la inversión) para lo cual se analiza utilizando el método Binomial y Montecarlo los que nos dan luces sobre el comportamiento de variables del modelo sobre todo el precio del metro cuadrado del terreno principalmente.

Hay que diferenciar entre un proyecto valorado con el VAN básico o con un proyecto valorado mediante opciones reales. En nuestro caso, al analizar el proyecto primero lo dividimos en 3 escenarios: Medio, Bajo y Alto. En cada escenario se han sacado tres tipos de VAN: VAN BÁSICO (Valor actual neto del proyecto con la construcción de villas), VAN CON OPCIÓN DE DIFERIMIENTO (Valor actual neto con la construcción de villas y con opción de diferimiento) Y VAN DE LOTES (valor actual neto en el supuesto que solo se vendan lotes).

Escenarios	VAN de construcción sin diferimiento (\$)	VAN de construcción con diferimiento (\$)	Van de lotes (\$)
Medio	1.463.597	1.669.778	1.370.966
Bajo	963.238	1.230.577	546.563
Alto	1.675.594	1.869.149	1.050.778

Para descontar los flujos de caja de utilizó una tasa de descuento de 1,5% mensual o lo que es igual 19,56% efectivo anual, este valor es el costo de capital de los recursos propios, pues no existe deuda.

Como podemos ver en la tabla, acogerse a la opción de diferimiento, hace que maximice la riqueza de los dueños del proyecto, en cada escenario, cuando se aplica la opción de diferir hasta la consecución del punto de equilibrio, el VAN se maximiza.

Al desarrollar la opción de expansión y Abandono, se utilizó en análisis de árboles binomiales. El primero es importante si el proyecto genera beneficios, en nuestro caso de cumplir con metas de ventas, es posible que se expanda el proyecto, pero si hay malas noticias y las metas no se cumplen, es útil tener la opción de abandono para evitar pérdidas.

ABSTRACT

This thesis proposes to build, to verify; and to validate the elaboration of projects for investments in real estate through real options (abandonment, expansion of the productivity level, or a monthly payment of the investment) to which it is analyzed using the Binomial and Montecarlo method, which will give us insight about the behavior of the variables of the model, especially in what has to do with the price of each square meter of the land, mainly.

We must differentiate between a project that is priced with the basic VAN (VAN stands for **Valor Actual Neto** in Spanish, or, **Actual Real Price** in English), or with a project priced through real options.

In our case, when to analyze the project, we first divide this project in 3 scenarios: Medium, Low and High. In each scenario there are three types of VAN: BASIC VAN (Real actual value of the project with the construction of houses), VAN WITH AN OPTION FOR DEFERRED PAYMENTS (the real actual value of the construction of houses with option of deferred payment) AND VAN OF LOTS (The real actual value in case of exclusive sale of lots).

Scenarios	VAN of construction without deferred payments (\$)	VAN of construction with deferred payments (\$)	Van of lots (\$)
Medium	1.463.597	1.669.778	1.370.966
Low	963.238	1.230.577	546.563
High	1.675.594	1.869.149	1.050.778

In order to discount the flow of cash it was used a discount rate of 1.5% per month, which is equal to 19.56% annual rate. This is the cost of capital using your own resources, because there is no debt. As we can see in the chart, to use the option of deferred payments, increases the wealth for the owners of the project, in each scenario when you apply the option of deferred payments until the achievement of a point of equilibrium, the VAN gains it's most.

When you develop the option of Expansion and Abandonment, it was used the analysis on Binomial Trees. The first is important if the project generates benefits, in our case if we fulfill the sale goals, it is possible to expand the project, but if there are bad news, or the goals are not achieved, it is useful to have the option for abandonment to avoid losses.

CAPITULO 1

1. DISEÑO DE TESIS

1.1 INTRODUCCIÓN

Normalmente, los proyectos inmobiliarios se valoran siguiendo varios criterios como son el período de recuperación de inversión, VAN, TIR, índice de rentabilidad, etc. De estos métodos los que más utilizados son el VAN y TIR, para lo cuales es necesario proyectar flujos de caja y descontarlos a una tasa de descuento. La operación se dará cuando el costo de llevar acabo la inversión, sea menor que la rentabilidad obtenida. En la presente tesis proponemos agregar al Flujo de caja descontado el análisis de opciones reales, mediante el cual nos muestra que el resultado de las inversiones puede variar según el entorno y el grado de flexibilidad de los ejecutivos para tomar decisiones dentro de los proyectos inmobiliarios. Dicha flexibilidad va a afectar a: las volatilidad de los flujos de caja y por tanto del VAN, a decisiones relacionadas con producción, inversiones de capacidad, marketing, ventas, etc. Por lo tanto, la posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un gran parecido con una opción de adquirir una acción, ambos implican derecho, pero no la obligación de adquirir un activo pagando cierta cantidad de dinero en un momento determinado. Las opciones reales son aquellas cuyo activo subyacente es un bien real como un inmueble o un proyecto de inversión; El precio del ejercicio será la inversión inicial, el tiempo hasta el vencimiento es el tiempo que dispone su propietario para ejercer la opción, la volatilidad hace referencia a la variación de los flujos de caja y la tasa libre de riesgo.

En consecuencia, esta valoración constituye una forma de determinar el valor de la flexibilidad de las actividades futuras.

En los últimos tiempos el país ha experimentado cambios en la normativa para compañías constructoras e inmobiliarias, en la que se exige a los empresarios presentar proyecciones financieras, flujos de caja del proyecto para determinar su punto de equilibrio y poder brindar mayor seguridad al promitente comprador. Todos los dineros de las compra-ventas serán administradas por una empresa fiduciaria, la misma que verificará la consecución del punto de equilibrio financiero, técnico y legal. Desde esta perspectiva, se abren nuevas puertas a través de opciones reales para valorar los proyectos, es decir, ayudará a los empresarios a tomar decisiones en cuanto a: si expandir sus inversiones en el proyecto, esperar nueva información para invertir, reducir la inversión, o cancelar definitivamente el proyecto.

Los proyectos de inversión involucran la toma de ciertas decisiones respaldadas por unos procesos y unas herramientas específicas. La primera tiene que ver con la realización del proyecto, en caso de una respuesta positiva, es necesario emprender acciones que le permitan a la empresa formular una estrategia adecuada. Decidir sobre tiempos de implementación de tal estrategia, ya que la empresa o gerente de proyecto puede manejar al menos 3 alternativas: Abandonar, retardar y prolongar el proyecto. Las opciones estratégicas, es decir, las oportunidades futuras engendradas por las inversiones presentes, usualmente no son consideradas en los procesos de delimitación y estructuración de los problemas de decisión en las organizaciones.

Se desarrollarán teóricamente 3 métodos en la presente tesis:

(Myers,1987), propone valoración de opciones reales siguiendo el **método de Black Scholes** creado en 1973, después de este han surgido nuevos métodos como son los **árboles binomiales** (John Cox y Stephen Ross, 1979) este método aproxima el proceso estocástico del activo subyacente, apoyándose en la existencia de pequeñas variaciones binomiales en el subyacente, luego este método fue adoptado por Titman (1985) para valorar terrenos con alta variabilidad; y por último la **simulación Montecarlo** creada por Boyle (1977) que consiste en simular diferentes trayectorias de evaluación del activo subyacente, asignando probabilidades de diferentes eventos.

Luego del desarrollo teórico, se analizará el método más efectivo y aplicable a nuestra economía para valorar proyectos de inversión inmobiliaria mediante opciones reales.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los métodos tradicionales de valoración de proyectos de inversión tienen un supuesto implícito: Los gerentes deben administrar el proyecto para cumplir con los flujos proyectados, y hacer que el rendimiento sea mayor al costo de capital, sin embargo, los flujos se administran para superar las proyecciones, por lo que la flexibilidad gerencial puede marcar grandes diferencias en el atractivo de la inversión. Los gerentes no están de adorno. El futuro es incierto, la globalización, la creciente competencia, cambios en normativas de las autoridades y cambios macroeconómicos, son factores que aceleran el cambio, hoy en día todos los proyectos se desarrollan en ambientes de incertidumbre, las opciones reales tienen en cuenta la flexibilidad operativa y volatilidad de los flujos de caja del proyecto.

Al problema de la valoración tradicional de los proyectos de inversión incluye la determinación del costo de capital (que es un problema adicional y grandemente debatido) y el horizonte de tiempo para valorarlos. Los métodos clásicos de valoración de proyectos son idóneos cuando se tratan de realizar inversiones que no admiten demora, mientras que infravaloran el proyecto cuando este posee una flexibilidad operativa (realizar ahora el proyecto, más luego, no hacerlo, o desarrollar oportunidades de crecimiento contingentes).

Los profesionales del área de la construcción e inmobiliaria en general, para la realización de un proyecto, se presentan a una serie de problemáticas, como diseño, técnica de construcción, trámites municipales, que sin lugar a dudas son de gran importancia, pero es normal encontrar improvisaciones debido a que los resultados de evaluación de proyectos son poco creíbles olvidando la planificación estratégica y financiera.

Todos los inmobiliarios son conscientes de que la planificación de riesgos financieros es importante para poder determinar fuentes de fondos, rentabilidad requerida o esperada, etc. Todo esto refleja las incertidumbres del sector que se resume en las siguientes preguntas:

- ¿Por qué invertir? Clave para atraer mayor capital al sector.
- ¿En qué invertir? A qué segmento de mercado corresponde el proyecto y que características posee para atraer nuevos inversionistas.
- ¿Cuándo invertir? Es un negocio bastante sensible a los altibajos de la economía.
- ¿Cuánto invertir? Limitaciones de recursos y fuentes de financiamiento externos.

Debido a que la economía del país es susceptible a nuevas crisis financieras, y teniendo en cuenta que la reactivación de la economía es un proceso largo, que sin una adecuada gestión, las empresas inmobiliarias, inversionistas inmobiliarios corren riesgos de ser víctimas de entornos macroeconómicos adversos.

1.3 OBJETIVO GENERAL

- Aplicar y validar la teoría de opciones reales a proyectos inmobiliarios con el método que más se ajuste a la economía Ecuatoriana.

1.4 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar la importancia de valoración de opciones reales en entornos altamente volátiles frente a las técnicas tradicionales.
- Identificar los métodos para valorar opciones reales y desarrollarlos aplicado al mercado inmobiliario.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El método de opciones reales toma en cuenta la parte estratégica de los proyectos, la incertidumbre y la flexibilidad de los ejecutivos para crear valor y cambiar el rumbo de un proyecto en marcha. Como se dijo en el apartado anterior, los directivos de una empresa o gerentes de un proyecto no son maniquís, sino personas encargadas de hacer que la empresa o proyecto mejore las previsiones y proyecciones de los flujos de caja gracias a la flexibilidad que tienen.

Notamos que la valoración de proyectos mediante opciones reales, nos da un plus adicional y por lo tanto se convierte en una herramienta que agrega mucho valor a los tomadores de decisiones en el momento de tomar decisiones en condiciones de alta incertidumbre.

La técnica de opciones reales, rescata valores adicionales en los proyectos que resultan intangibles cuando se valoran mediante el análisis convencional del Flujo de caja descontado.

1.6 HIPÓTESIS DEL PROYECTO

El método de opciones reales es un complemento del método de descuento de flujos de caja tradicional. El mismo que no se debe utilizarlo en entornos altamente volátiles pues tiende a infravalorar el proyecto.

Las opciones reales sirven para entornos altamente volátiles, y toma en cuenta esa volatilidad y flexibilidad a la hora de valorarlos.

1.7 MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de tesis valoraremos la factibilidad y aplicabilidad de los modelos antes mencionados. Ampliaremos algunos conceptos técnicos de esta tesis:

Opciones son derivados, que otorga a quien lo posee, el derecho más no la obligación de tomar una decisión como ampliar, posponer, o abandonar, un proyecto con un costo en un tiempo dado.

Se llama derivado un instrumento financiero cuyo valor depende o se deriva de un bien denominado subyacente, este bien subyacente pueden ser acciones, bonos, proyectos de inversión, etc.

Según el libro principios de Finanzas Corporativas (Brealey-Myers, 2006) el flujo de caja actualizado asume que la empresa seguirá con el proyecto sin tomar otras acciones en el camino, es decir, no toma en cuenta las opciones reales, por lo tanto el VAN se puede decir que no toma en cuenta el *valor de la gestión*. Durante la vida del proyecto se pueden tomar decisiones en cuanto a: Opción de ampliación de un proyecto de inversión inmediatamente que dé resultados positivos; opción de esperar y aprender antes de invertir; opción de reducir o abandonar un proyecto; y opción de variar o diversificar la cartera de productos o los métodos de producción de una empresa.

La posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un parecido con la opción de comprar una acción, el derecho de comprar una acción se llama opción de compra y su sistema de valoración a través de Black-Scholes para una opción de tipo europeo (que solo se puede ejercer en la fecha de su vencimiento) que no paga dividendos se basa en 5 variables.

1. Cantidad invertida inicialmente: Precio del ejercicio
2. Flujos de caja del proyecto: Precio de la acción
3. Tiempo que la empresa puede esperar sin perder la oportunidad de invertir: tiempo hasta el vencimiento
4. Riesgo del proyecto: desviación típica de los rendimientos de la acción
5. Valor temporal del dinero: tasa libre de riesgo

La posibilidad de posponer una inversión proporciona a la empresa tiempo adicional para observar la tendencia de los acontecimientos, reduciendo la posibilidad de incurrir en pérdidas. Cuanto mayor sea el intervalo de tiempo para demorar la decisión final, mayor será la posibilidad que los acontecimientos se desarrollen de manera favorable, por lo tanto se presenta una asimetría entre ganancias superiores y unas pérdidas inferiores por la tenencia de la opción.

En cuanto al riesgo asociado con el proyecto, mientras más grande sea, más valiosa será la opción por la asimetría entre pérdidas y ganancias, porque un aumento de las operaciones harán que aumente el VAN y al contrario, un descenso de las operaciones no harán necesariamente que el VAN caiga, porque en este caso no se ejercerá la opción evitando pérdidas.

Un aumento en el tipo de interés libre de riesgo, (R_f) produce un descenso en el valor del activo.

Los flujos de caja son las proyecciones de ingresos y gastos del proyecto de inversión, las mismas que puede ser altamente volátil dependiendo del sector en el cual se lo aplique. Los flujos de caja pueden ser afectados por movimientos inesperados en materias primas, cambios en las regulaciones del sector, aspectos laborales, etc.

1.8 ASPECTOS METODOLÓGICOS

El estudio realizado es exploratorio y descriptivo, ya que se basa inicialmente en la recolección de información sobre el proyecto y su aplicación al método más conveniente para valorar opciones reales.

Primero se analizará la parte teórica del tema, y analizados los efectos de opciones de compra y de venta, se procederá a ajustar el método para la valoración de opciones reales (Diferir, abandono, crecimiento o de reducir) en el campo inmobiliario.

Para la valoración del inicial del activo inmobiliario, se tomará como dado por un peritaje de avalúos por parte de un experto en el área, el profesional será calificado por la superintendencia de bancos y seguros. La volatilidad de los flujos de caja del activo subyacente será tomada por estadísticas que tiene la empresa Cathedral Catedbira Cia. Ltda. del precio por metro cuadrado del sector.

En la valoración de opciones reales, se tomará el método que mejor se ajuste al proyecto y a los datos disponibles.

1.9 ASPECTOS PRÁCTICOS

En caso de no disponer la información estadística, se tomará una muestra de propiedades del sector estudiado para realizar avalúos comerciales, el mismo que nos indicará el precio del terreno y construcción.

Se realizarán entrevistas a expertos en el tema de construcción para valorar opciones de construcción de villas o departamentos

1.10 TEMARIO

Se pretende aplicar, desarrollar, diseñar e implementar un modelo de valoración de proyectos inmobiliarios mediante Opciones Reales.

En el capítulo 1 desarrollaremos la problemática, alcances del tema de tesis, en el capítulo 2 se desarrollará el marco teórico y estructura conceptual. En el capítulo 3 pondremos en práctica lo desarrollado en el capítulo 2 aplicando a proyectos de inversión inmobiliarios. En el capítulo 4 desarrollaremos las conclusiones de la tesis.

1.11 RESULTADOS ESPERADOS

Valorar un proyecto inmobiliario altamente volátil mediante opciones reales, e identificar el método adecuado para su valoración.

CAPITULO 2

DESARROLLO TEÓRICO DE OPCIONES FINANCIERAS Y REALES

2.1 Introducción

La base para la generación de valor en el mundo actual, son las inversiones. Todos los días existen casos de inversiones en los cuales el dueño del capital busca incrementarlo. Existen 2 opciones de inversión: Financieras y Reales. En el mercado ecuatoriano no existe un mercado de opciones financieras, pero si existen opciones reales. En los proyectos de activos reales siempre hay implícitas opciones que tienen asociados riesgos operativos, financieros, tecnológicos, etc.

Toda inversión se enfoca en la maximización de valor, es decir, busca obtener mayor ganancia posible del dinero invertido, por lo tanto el método que evalúa las inversiones es de suma importancia.

Como vimos en el capítulo 1, existen diferentes métodos que evalúan la conveniencia de invertir en un determinado proyecto como son el VAN, TIR, Relación costo/beneficio, período promedio de recuperación. De estos el más conocido es el VAN, el cual es un proceso en el cual calcula el valor presente de los flujos de dinero generados por el proyecto, teniendo en cuenta los riesgos asociados a la ejecución del proyecto.

Sin embargo este método presenta muchas deficiencias en la valoración de proyectos o empresas, al no tener en cuenta la incertidumbre o la volatilidad de los flujos de caja y la capacidad de los directivos a tomar decisiones que pueden cambiar el rumbo de la inversión en caso de que no estén saliendo las cosas de acuerdo a lo planificado.

Esta volatilidad de las inversiones se da por muchas razones como la globalización, competencia, aparición de nuevas tecnologías y sobre todo en determinados sectores donde la hay alta volatilidad del precio de sus activos subyacentes, como es el caso de proyectos petroleros, mineros, farmacéuticos, etc. Todos los proyectos conllevan incertidumbre y es necesario valorarlas con técnicas diferentes a las tradicionales, y como respuesta a estas necesidades surgen las opciones reales que si tiene en cuenta la flexibilidad operativa y la volatilidad de los flujos de caja al momento de valorar una empresa o proyecto de inversión.

Los métodos clásicos de valoración de proyectos son idóneos cuando se trata de realizar decisiones de inversión que no admiten que no admiten demora, pero como sabemos todos los proyectos de inversión durante su vida, van apareciendo una serie de procesos que no se valora desde el inicio (para bien de los accionistas), por lo que infravaloran el proyecto si estos poseen una flexibilidad operativa, dicha flexibilidad será positiva en caso de que los proyectos estén descarriándose de lo planificado, o para mejorar lo planificado durante el proceso del proyecto o inversión.

El método de opciones reales permitirá ampliar la visión del inversionista y le brindará herramientas que lo lleven a realizar proyectos cuya rentabilidad supere los costos de llevarlos a cabo.

2.1.1 Supuestos del VAN:

Para el análisis del VAN, se utiliza el flujo de caja, este asume que la empresa o proyecto proseguirá con el mismo sin tomar otras acciones, es decir el análisis de flujo de caja no toma en cuenta el *valor de la gestión*. A continuación enumeraremos algunos supuestos del criterio del VAN:

1. Los flujos de caja que el proyecto promete generar se los puede reemplazar con los valores medios esperados, y se los puede tomar como valores conocidos desde un principio, esto supone ignorar la gestión de los directivos para adaptarse a las condiciones imperantes del mercado durante el horizonte de tiempo del proyecto (Flexibilidad).
2. La necesidad de proyectar precios esperados para algunos sectores es muy complicado por la gran volatilidad y esto obligaría a analizar todos los posibles resultados en el horizonte de planificación, el VAN escoge unos pocos de los muchos caminos posibles, es decir, hace un análisis de sensibilidad.
3. La tasa de descuento es conocida y constante dependiendo del proyecto y sus riesgos, lo que significa que los riesgos son constantes durante todo el horizonte de planificación, suposición falsa ya que el riesgo depende de la vida del proyecto (el riesgo disminuye con el tiempo porque conforme el proyecto de va realizando, los directivos obtienen más información sobre él, y son capaces de prever con mayor exactitud los flujos de caja que quedan por recibir, además de aprovecharse de aquel tiempo para que los flujos sean lo más altos posibles), de la rentabilidad actual del mismo a través del efecto del apalancamiento operativo, y condiciones del mercado que puede variar y por lo tanto variará la tasa de descuento. Por tanto la tasa de descuento varía con el tiempo, y por tanto es incierta.
4. No se puede valorar una serie de activos intangibles como la flexibilidad operativa y la sinergia e interacción entre proyectos, oportunidades futuras por proyectos de hoy.

Todo esto ayuda a modificar la regla del VAN, que es aceptar el proyecto cuando el valor de una unidad de capital era superior al coste de adquisición e instalación, lo cual ignora el costo de oportunidad de ejecutar la inversión ahora renunciando a la opción de esperar para obtener nueva información y maximizar las ganancias o minimizar pérdidas.

Recalcamos, las condiciones que se asumen para la obtención del valor de los indicadores de rentabilidad comúnmente utilizados, no tienen en cuenta los cambios que se pueden presentar en la vida del proyecto, en el sentido de evaluar el comportamiento de un proyecto teniendo en cuenta la flexibilidad que este permita operar. Para esto existen las opciones reales. Y las tres principales son:

1. Abandono de la inversión.
2. Demora de la inversión.
3. Expansión de la inversión.

Aun cuando, la utilización de opciones reales se realiza de manera implícita en todos los proyectos de inversión, existen ciertos sectores que evalúan sus inversiones mediante opciones reales, como es el caso de la industria petrolera o farmacéutica. En el sector de la construcción, es importante identificar los momentos adecuados en los cuales se deben tomar decisiones de

realizar el proyecto cuando el comportamiento de la economía sea adecuado, o tomar decisiones de expandir o reducir el alcance del proyecto según como se comporte en las diferentes etapas.

El desarrollo de los proyectos por etapas permite la aplicación de opciones reales, ya que durante su ejecución surgen 3 opciones: Diferir, abandonar o construir. El análisis de cada una de estas opciones permite identificar la rentabilidad de cada etapa, determinando que tipo de opción es más conveniente para aumentar la rentabilidad. Para evaluar las opciones reales del proyecto, debe identificarse la variabilidad del mismo de acuerdo con sus componentes, para esto se deberá realizar la simulación Montecarlo, procedimiento en el cual se asignan valores aleatorios a los componentes variables del proyecto.

Como conclusión, los anteriores métodos como el VAN, la TIR, la relación costo-beneficio son determinísticos, es decir, consideran que las variables del modelo son valores fijos e inamovibles, pero el análisis de opciones reales identifica las probabilidades de ocurrencia haciendo un mayor acercamiento a la realidad.

2.2 BREVE ANALISIS DE LA INDUSTRIA

Antes de continuar con el análisis de Opciones reales, creemos conveniente analizar el entorno macroeconómico del sector de la construcción.

El pasado reciente y presente, el sector inmobiliario se ve afectado por la ciclicidad de la economía, es decir, este sector es pro cíclico, como veremos las correlaciones del PIB total y del PIB de la construcción es de 0.9912. Entonces el entorno macroeconómico, facilidad de crédito, serán factores importantísimos para determinar los flujos futuros y la rentabilidad de un proyecto inmobiliario.

No hay duda que la industria de la construcción juega un papel importante en la economía, alcanzando niveles del 12% del producto interno bruto. Hay que considerar también que el sector es importante fuente de empleo de mano de obra no calificada y genera gran crecimiento para el país.

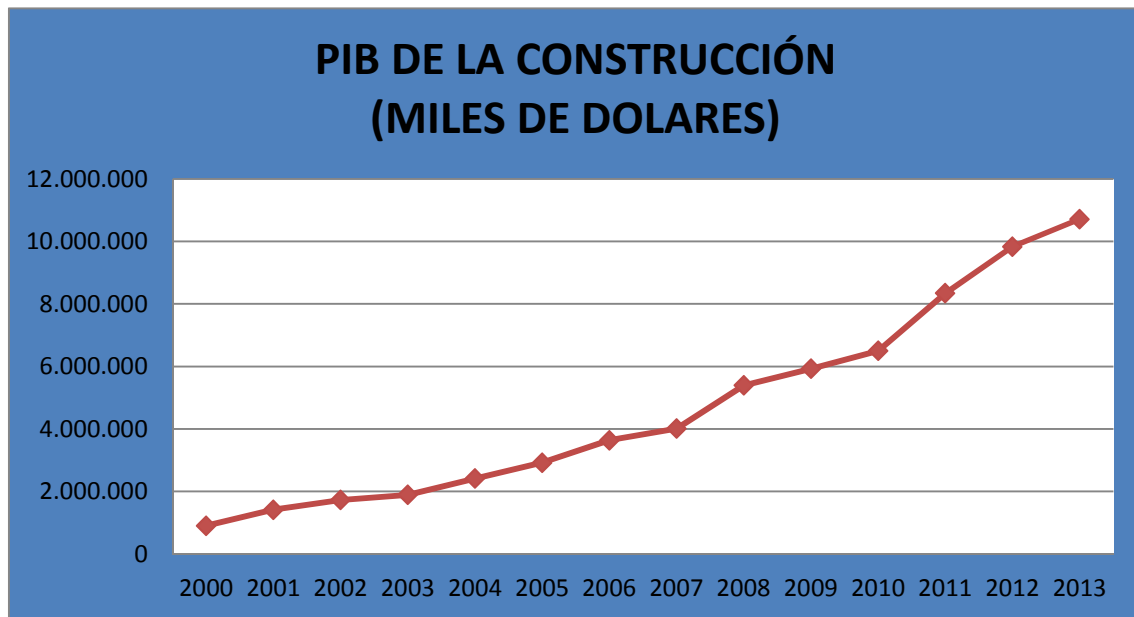


Gráfico #1, Elaborado por el autor

En el gráfico podemos evidenciar una tendencia a la alza, el sector de la construcción cada vez aumenta su participación en el PIB total, en el año 2000 la participación con respecto al PIB total fue de 4,95%, mientras que en el año 2013 la participación fue de 11,43%. Cada año se evidencia un crecimiento del sector, a pesar de que el crecimiento es cada vez menor. El año que menor crecimiento ha tenido el sector es el de los años 2012 al 2013, donde el PIB de la construcción creció a un 8%, en comparación con otros años donde la tasa de crecimiento superaba el 20%. La tabla está en el Anexo 1



Gráfico #2, Elaborado por el Autor

El Índice de Precios de la Construcción (IPCO), es un indicador que mide mensualmente la evolución de los precios, a nivel de productor y/o importador, de los Materiales, Equipo y Maquinaria de la Construcción, para ser aplicados en las fórmulas polinómicas de los reajustes de precios de los contratos de la Obra Pública, de acuerdo a lo que dispone el Art. 83 de la Ley Orgánica del Sistema Nacional de Contratación Pública vigente a partir del 4 de Agosto del 2008. (El período base es Abril 12/2000 = 100). Ver Anexo 2

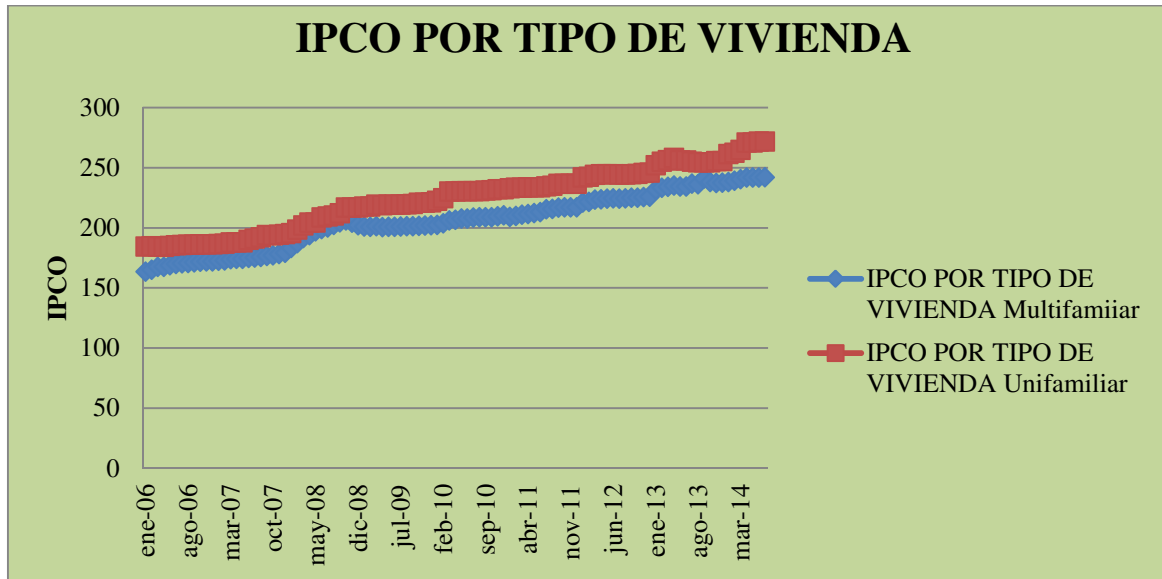


Gráfico # 3, Elaborado por el Autor

Hay dos tipos de construcciones la vivienda unifamiliar y la multifamiliar que hace referencia a departamentos y condominios. Como podemos observar, la tendencia del nivel de precios es ascendente, siendo la base en abril del año 2000 hoy el índice se encuentra en 242 la vivienda Multifamiliar y 271 puntos la vivienda unifamiliar, lo que equivale a decir que el nivel de precios ha crecido más de un 100%. Ver Anexo 3



Gráfico # 4, Elaborado por el Autor

En general la tasa de interés de la vivienda se ha mantenido, salvo en lo últimos períodos del 2014 en donde llegó a niveles de 10,81%. Ver Anexo 4

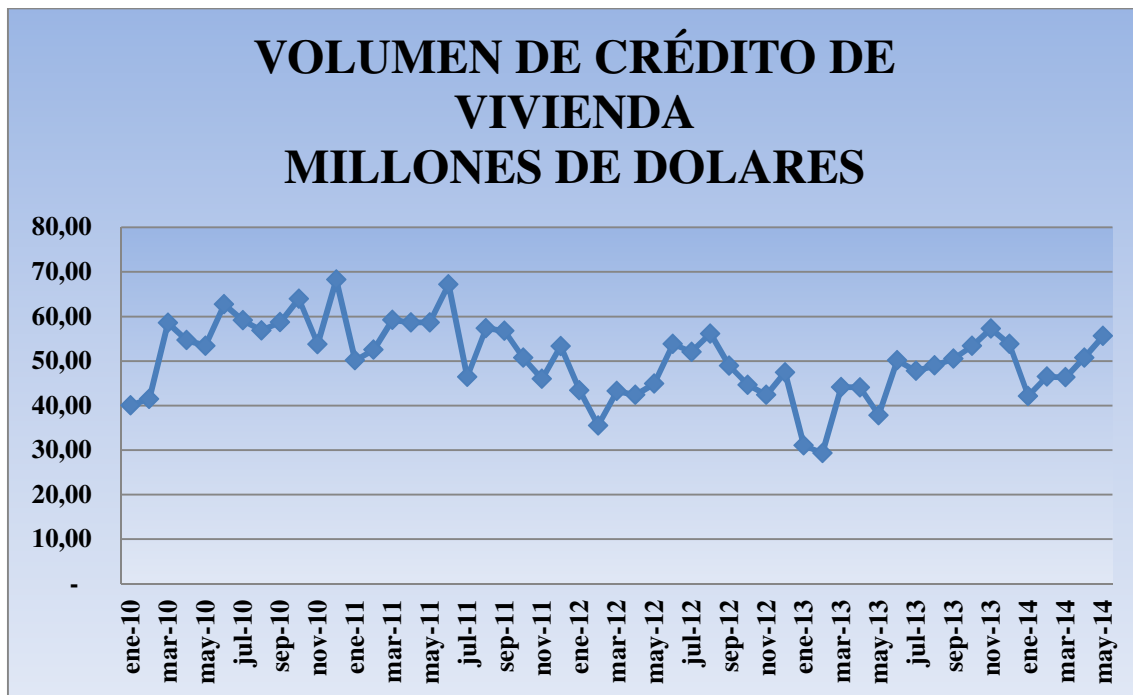


Gráfico # 5, Elaborado por el Autor

Como podemos ver la evolución del crédito de vivienda, sigue más o menos un patrón estacionario, en donde la media es 50,43 millones de dólares, el mes donde ha habido el máximo monto de crédito colocado es diciembre del 2010, y el mes donde ha habido la mínima colocación es en febrero del 2013. Ver Anexo 5.

2.3 OPCIONES

2.3.1 ANTECEDENTES

Siglos atrás se desarrollaban operaciones de derivados cuando algunos comerciantes firmaban letras de cambio que prometían la entrega de la mercancía al comprador en una fecha futura, con el fin de protegerse de la fluctuación de los precios. Hoy los productos derivados pueden negociarse en mercados como el de Chicago mercatile Exchange, que a partir del 1973 se especializó en listar contratos futuros y opciones financieras. O en el Chicago Board of options para operar en contratos de opciones sobre acciones e índices de acciones.

En 1987 Myers menciona por primera vez opciones reales bajo un enfoque de valoración de proyectos de inversión, este enfoque es una extensión del modelo de valoración de opciones de Black - Scholes. Las opciones reales se dieron como respuesta a la inconformidad de predicción de la técnica de descuento de flujos de caja, que no toma en cuenta la volatilidad, la flexibilidad operativa lo cual agrega valor al proyecto. Después del modelo de Black - Scholes han surgido otros métodos de valoración, los más comunes son: Árboles binomiales y simulación Montecarlo.

John Cox, Stephen Ross propusieron el método de árboles binomiales, este aproxima el proceso estocástico del activo subyacente apoyándose en la existencia de pequeñas variaciones binomiales en el activos subyacente. Los arboles binomiales se basan en algebra, mientras que Black - Scholes se basa en calculo diferencial. En 1985 Titman utilizo opciones reales para valorar terrenos con alta variabilidad e incertidumbre en los precios, utilizó el método binomial.

Boyle propuso la aplicación de simulación Montecarlo a las opciones, el mismo consiste en simular deferentes trayectorias de avaluación del activo subyacente signado con probabilidades a diferentes eventos.

2.3.2 OPCIONES FINANCIERAS

Los contratos de opciones se diseñaron para que le comprador de la opción se beneficie de los movimientos del mercado en una dirección, pero no sufra pérdidas como consecuencia del movimiento del mercado en otra dirección, es decir, le da a su tenedor el derecho pero no la obligación de ejercer un contrato que le permite comprar o vender un activo subyacente.

Existen dos tipos de opciones Call y Put, la primera es una opción de compra, que otorga el derecho más no la obligación de comprar el activo subyacente durante la vigencia del contrato o en cierta fecha en el vencimiento, por un precio que se conoce como prima o precio del ejercicio. La segunda, es una opción de venta que otorga a su tenedor el derecho mas no la obligación de vender y al emisor de la opción la obligación a comprar una cantidad específica del activo subyacente a cambio un valor determinado conocido como prima o precio del ejercicio, durante la vigencia del contrato o en su expiración.

En resumen

La opción de compra es:

- El derecho de comprar en una fecha futura
- Una cantidad específica de un bien llamado subyacente
- A un precio previamente determinado: precio del ejercicio

- Durante la vigencia del contrato o en la fecha de su vencimiento.

La opción de venta es:

- El derecho de vender en una fecha determinada
- Una cantidad específica de un bien llamado subyacente
- A un precio previamente determinado: precio del ejercicio
- Durante la vigencia del contrato o en la fecha de su vencimiento.

Al inicio el concepto de opciones es un poco confuso, aunque es fácil de entender por ejemplo comprar una opción de compra, que es el derecho de comprar el subyacente en una fecha futura, pero en las opciones de venta es un poco más complejo, el comprador de una opción de venta adquiere el derecho de vender el bien subyacente. El mismo que será ejercido si el precio del mercado es lo suficientemente bajo.

Los contratos de opciones son similares a los contratos de futuros, pero con la diferencia fundamental que en los futuros ambas contrapartes tienen en todo momento la obligación de realizar la operación de compra-venta en el futuro, por lo tanto las opciones dan más flexibilidad y son mejores.

Las opciones contemplan un precio del ejercicio del subyacente, un período de expiración para ejercer los derechos del contrato, y un precio denominado prima. Dicha prima está en función del período de expiración, de la volatilidad del subyacente, de la relación entre el subyacente y el precio del ejercicio y de la tasa de interés libre de riesgo.

Comprador de una opción de compra (CALL)

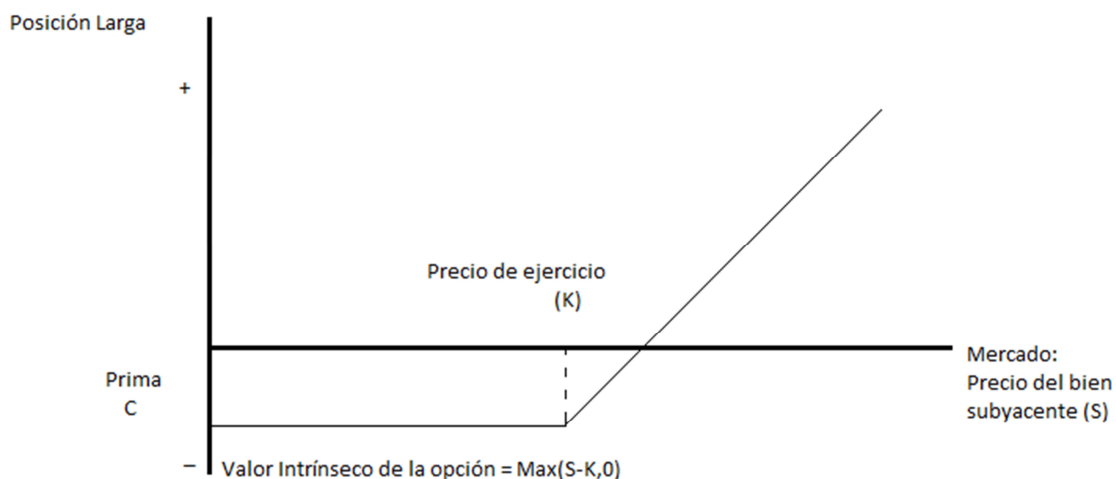


Gráfico # 6, Elaborado por el Autor.

Comprador de una opción de Venta (PUT)

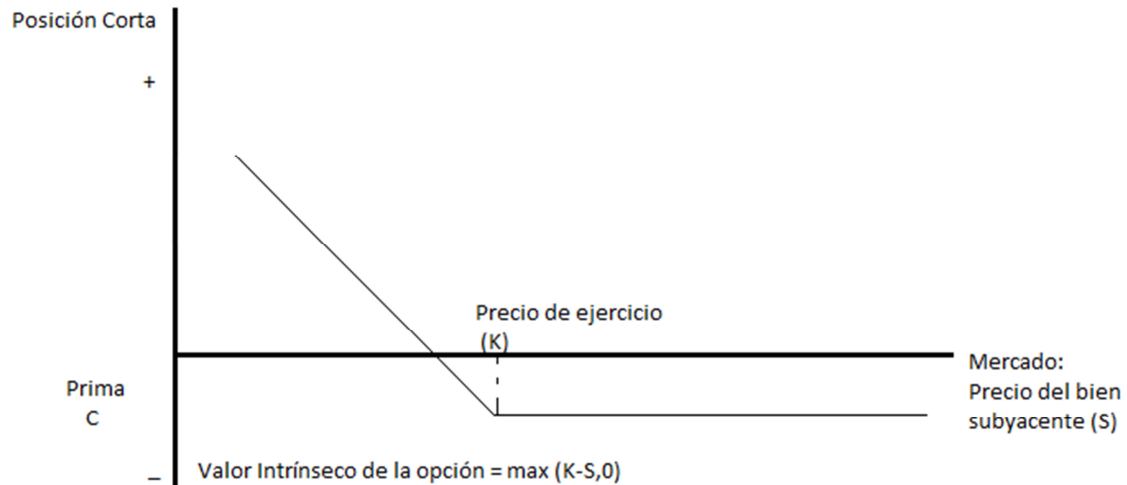


Gráfico # 7, Elaborado por el Autor.

Vendedor de una opción de compra (CALL)

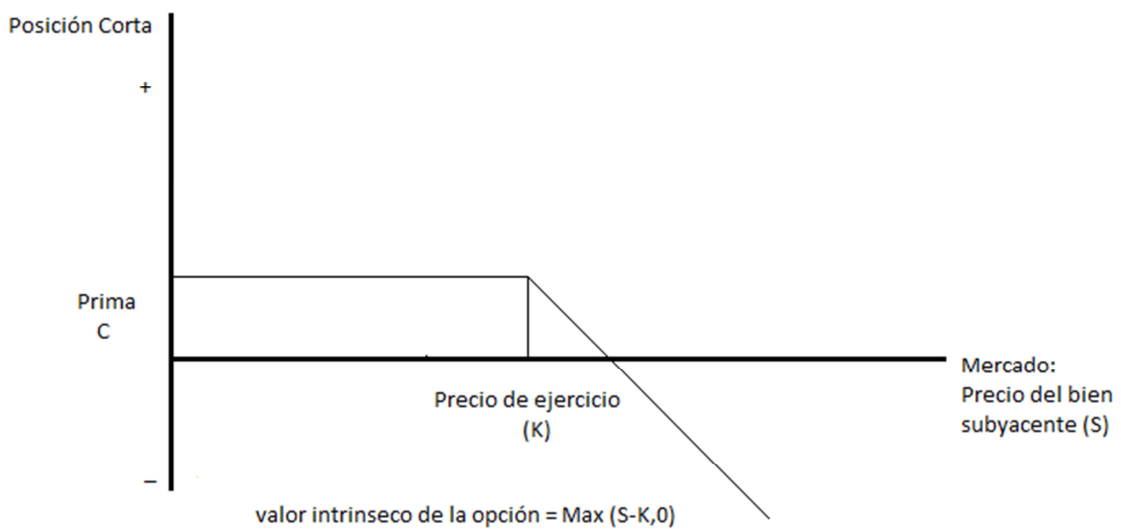


Gráfico # 8, Elaborado por el Autor.

Vendedor de una opción de Venta (PUT)

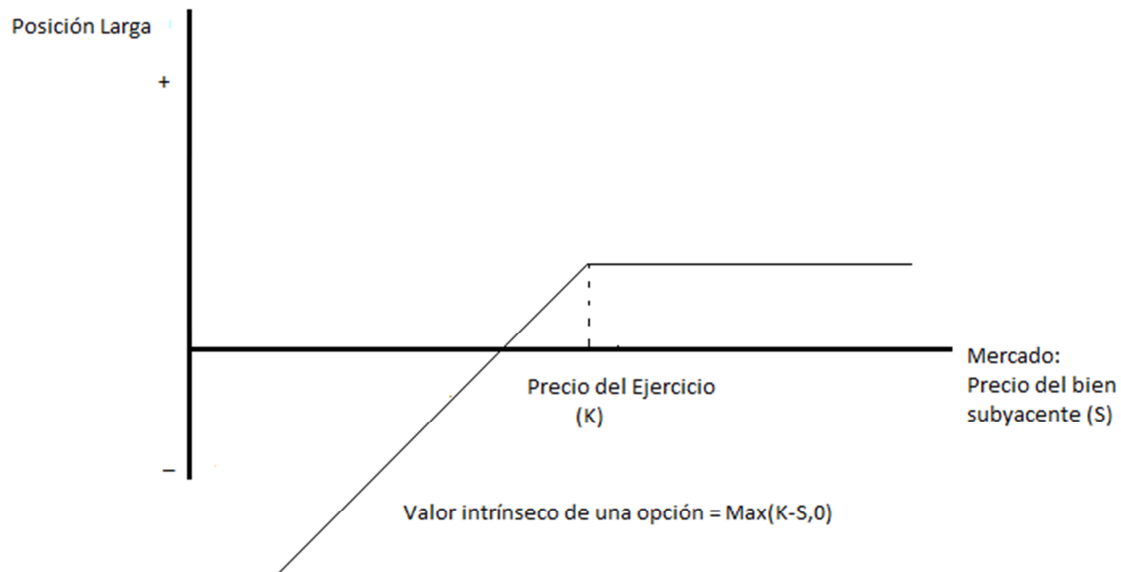


Gráfico # 9, Elaborado por el Autor.

Las opciones también pueden ser Americanas y Europeas.

La opción europea solo se puede hacer efectiva en el momento de su vencimiento, mientras que la opción americana se puede hacer efectiva cualquier fecha entre a compra y su vencimiento.

La primera pregunta que viene a la mente, es ¿por qué estaría interesado en opciones el director financiero de una empresa industrial, o de una empresa inmobiliaria, o de una empresa minera?

Por varias:

Las empresas normalmente utilizan opciones sobre mercaderías, divisas y tipos de interés para reducir el riesgo. Una empresa que desee limitar sus costes de endeudamiento en el futuro podría tomar una opción para vender obligaciones a largo plazo a un precio fijo.

Como veremos más adelante en Opciones Reales, otra razón es porque muchas inversiones de capital incluyen la opción implícita para ampliarse en el futuro, por ejemplo una empresa podría invertir en terrenos o bienes raíces que le proporcionen en el futuro la opción de expandir su operación. En cada caso, al empresa está pagando hoy dinero por una oportunidad de realizar una inversión adicional, dicho de otra forma la empresa está adquiriendo oportunidades de crecimiento.

He aquí otra opción de invertir disfrazada: Se está interesado en comprar un solar en el desierto que sabe que tiene depósitos de oro. Hoy, por desgracia, el coste de extracción es superior al precio del oro. ¿Significa que el terreno no vale nada? No. El dueño no está obligado a extraer el oro hoy, pero la propiedad del terreno le proporciona el derecho y la opción a hacerlo. Por su puesto si el precio del oro permanece por debajo del coste de extracción, entonces la opción no vale nada, pero si hay incertidumbre sobre los precios del oro en el futuro, podría tener suerte y ganar.

Si la opción de ampliación tiene valor ¿Qué pasa con las de abandono?

Los proyectos no siguen funcionando hasta que las maquinas se desintegran, las decisiones abandonar un proyecto son tomadas por la dirección no por la naturaleza. Una vez que el proyecto no da beneficios la dirección recortará sus pérdidas y ejercerá la opción de abandonar el proyecto.

Los contratos de opciones se diseñaron para que el comprador o tenedor de la opción, se beneficie de los movimientos del mercado en una dirección, pero no sufra pérdidas como consecuencia de movimientos del mercado en otra dirección. Una opción le da al tenedor el derecho pero no la obligación de ejercer el contrato (comprar o vender el bien subyacente).

2.3.2.1 ¿QUE DETERMINA EL VALOR DE LA OPCIÓN?

Supongamos una opción para comprar acciones de Nike cuyo valor de acción es de \$60. Si el precio de las acciones de Nike es menor a \$60 la opción no vale nada, si el precio de la acción es mayor a \$60, la opción valdrá \$60 menos el valor de las acciones.

Durante varios años, los estudiosos buscaron la forma para valorar opciones hasta que apareció Black - Scholes. Posteriormente ampliaremos este modelo.

El procedimiento estándar para valorar un activo es:

1. Estimar los flujos de caja esperados
2. Actualizarlos al coste de oportunidad de capital

Por desgracia esto no es práctico en el caso de opciones financieras, el primer paso es confuso pero posible, pero el segundo es imposible ya que el riesgo de la opción cambia cada vez que el precio de la acción se mueve aleatoriamente.

Cuando se compra una opción, se está tomando una posición en la acción, pero poniendo menos dinero que si este se comprara directamente, por lo que la opción es siempre más arriesgada que la acción subyacente, tiene un beta más grande y una mayor desviación típica de la rentabilidad.

La cuantía del riesgo de la opción depende del precio de la acción con respecto al precio del ejercicio. Una opción de compra que está en el dinero (in the money) (el precio de la acción superior al precio del ejercicio) es más segura que una que está fuera del dinero (out of the money) (el precio de la acción es inferior al precio del ejercicio). Por lo tanto un incremento del precio de la acción, aumentará el precio de la opción y reducirá su riesgo. Cuando el precio de la acción cae, el precio de la opción caerá y su riesgo aumentará, por lo tanto el tanto de rentabilidad de mandado por un inversionista variará hora a hora cada vez que el precio de la acción cambia.

En conclusión, cuanto más alto es el precio de la acción con relación al del ejercicio, más segura es la opción de compra, aunque la opción sea más arriesgada que la acción.

Dados los antecedentes antes descritos, se puede apreciar por que las fórmulas de valoración con actualización de flujos es difícil del aplicar en opciones. En este punto entran en escena Black - Scholes. Dicen que la clave está en encontrar un equivalente de la opción

combinando la inversión en acciones ordinarias y endeudamiento. El coste de la compra de esta opción equivalente debe ser igual al valor de la opción.

Ahora seguiremos con el ejemplo de Nike. Consideremos la opción de compra de las acciones a 8 meses con un precio del ejercicio de \$60, el tipo de interés libre de riesgo es de 1% para 8 meses, para mantener el ejemplo lo más sencillo posible, supondremos que el precio de las acciones solo puede hacer 2 cosas en los 8 meses: el precio puede caer a \$45 o aumentar a los \$80. Si el precio de las acciones cae a \$45, la opción no tendrá valor, por el contrario, si el precio de las acciones sube hasta 80, el valor de la opción será de \$20.

Ahora simulemos que todos los inversores son indiferentes al riesgo, calcular el valor futuro esperado de la opción en tal escenario y actualizarlo a la tasa de interés libre de riesgo para obtener el valor actual.

Si los inversores son indiferentes al riesgo, la rentabilidad esperada de las acciones es de la tasa libre de riesgo.

Sabemos que las acciones de Nike pueden aumentar un 33% hasta los \$80 o caer un 25% hasta los \$45, por lo tanto, se puede calcular la probabilidad de un aumento de precio en este escenario hipotético neutral al riesgo.

Rentabilidad esperada = (Probabilidad de aumento * 33,3%) + ((1 - probabilidad de aumento)*(-25%)) = 1%

La probabilidad de aumento es de:

p= 44,6%

Advertimos que esta no es la verdadera probabilidad de que las acciones de Nike aumenten, dado que los inversores no les gusta el riesgo, seguramente requerirán para las acciones de Nike un tanto de actualización más elevado que el libre del riesgo. Por lo tanto, la probabilidad real es mayor que 44,6%

Sabemos que si el precio de las acciones sube, la opción de compra tendrá un valor de \$20 y si baja el valor será nulo.

Por lo tanto si los inversores son neutrales al riesgo, el valor esperado de la opción de compra es:

$$\begin{aligned} & (Probabilidad\ de\ aumento * 20) + (1 - Probabilidad\ aumento) * (0)) = \\ & (0,446 * 20) + (0,554 * 0) = 8,92 \end{aligned}$$

Y el valor actual de la opción será:

$$\frac{Valor\ esperado\ futuro}{1 + Rf} = \frac{8,92}{1,01} = \$8,83$$

En conclusión, hemos simulado que a los inversores no les importa el riesgo, de la forma que la rentabilidad esperada de las acciones es igual a la libre de riesgo.

Por lo tanto, disponemos de:

Simulación que a los inversores no les importa el riesgo de forma que la rentabilidad esperada de las acciones es igual al tipo de interés libre de riesgo. Calcular el valor esperado futuro de la opción en este escenario hipotético de neutralidad al riesgo y actualizar al tipo de interés libre de riesgo.

Hemos valorado una opción de compra, ahora lo haremos con una opción de venta.

Valoraremos una opción de Nike a 6 meses con un precio de ejercicio de \$60, igual continuemos suponiendo que el precio de la acción puede aumentar a \$80 o disminuir hasta \$45. Si el precio sube a \$80, la opción de venta no vale nada, por el contrario, si el precio cae a \$45, la opción de venta vale \$15.

Ya sabemos que la probabilidad de aumento en el precio de la acción es de 44,6% por lo tanto:

$$\begin{aligned} & (probabilidad\ de\ aumento * 0) + ((1 - probabilidad\ de\ aumento) * (15)) \\ & = (0,446 * 0) + (0,554 * 15) = \$8,31 \end{aligned}$$

Y su valor actual es:

$$\frac{Valor\ esperado\ futuro}{1 + Rf} = \frac{8,31}{1,01} = \$8,23$$

2.3.3. OPCIONES REALES

Para valorar proyecto que permiten la aplicación de opciones reales, es necesario modelos que permitan evaluar el comportamiento de la rentabilidad frente a las diferentes decisiones que se tomarán en la vida del proyecto, de acuerdo a la aplicación de las opciones que se pueden llevar a cabo. Por lo tanto, es necesario evaluar los proyectos teniendo en cuenta que el valor presente del proyecto está compuesto por el valor presente general más el valor de las opciones reales implícitas.

$$VAN\ Total = VAN\ Básico + VAN\ Opciones$$

Las opciones reales son derivados, y dan a su tenedor el derecho más no la obligación de tomar la acción de ampliar, posponer, abandonar o contraer cualquier inversión a un costo en un período determinado (vida de la opción), mientras que un derivado es un activo financiero que depende o se deriva de un bien denominado “activo subyacente” estos activos subyacentes pueden ser acciones, bonos, (activos financieros) o proyectos de inversión, flujos de caja esperados (activos reales), etc.

La opción real está presente en un proyecto de inversión, cuando existe alguna posibilidad futura de actuación al conocerse la resolución de alguna incertidumbre actual. Un ejemplo son las concesiones petroleras, Concesiones mineras, opciones de aplazar inversiones, opciones de ampliar negocios, opciones de abandonar negocios, opciones de cambio de utilización de activos.

Los tipos de opciones reales se dividen como en las opciones financieras: Call (Opción de retardar el inicio del proyecto y opción de expandir un proyecto) y opciones Put (Opción de abandonar un proyecto y vender una fracción del proyecto o todo el proyecto).

La opción call en opciones reales al igual que en opciones financieras, es el derecho de comprar un activo a un precio determinado, ejercer este tipo de opción es tener un activo que tenga un precio de ejercicio menor al precio en el cuál cotiza el activo subyacente en el mercado, su fórmula es:

$$C = \max[S_t - E, 0]$$

Esta fórmula nos dice el máximo entre la diferencia del precio del mercado y el precio del ejercicio, y no ejercer la opción.

La fórmula del Put es:

$$P = \max[E - S_t, 0]$$

El beneficio de la opción call es la diferencia entre el valor del activo subyacente y el precio del ejercicio, si el primero es mayor que el segundo, es decir, hay beneficio inmediato, se dice que la opción es de tipo in the money, pero si el precio del subyacente es menor que el precio del ejercicio, es decir, no hay beneficio inmediato, se trata de una opción out of the money, en el caso que el subyacente sea igual al precio del ejercicio, se llama opción at the money.

La pregunta que surge es: ¿Cuándo es propicio usar Opciones Reales?

El análisis de opciones reales adquiere importancia cuando:

- a. Grado de incertidumbre el alto y es mejor esperar más información.
- b. Cuando hay decisiones contingentes.
- c. Se tiene flexibilidad necesaria para responder a la incertidumbre.
- d. El VAN es cercano a cero, en donde el valor de la flexibilidad hace gran diferencia. Según Leslie y Michaels (1997) la llaman flexibilidad proactiva, que ofrece un mayor retorno pues tiene que ver con la posibilidad de incrementar el valor de la opción una vez adquirida.
- e. Cuando el valor parece estar capturado en posibilidades para futuras opciones de crecimiento en vez de los flujos actuales.
- f. Cuando haya actualizaciones de proyectos y corrección de estrategias a medio curso.

Este tipo de flexibilidad, se basa fundamentalmente en el uso que puede hacer el propietario o controlante del proyecto de las palancas que controlen el valor de la opción. (Incrementar el Valor actual de los flujos de caja entrantes esperados, reducir el Valor actual de los flujos de caja salientes esperados, prolongar la duración de la oportunidad, disminuir el valor perdido ejerciendo la opción de espera), sin embargo, para hacer uso de las opciones reales, es necesario que tal empresa posea la opción e identifique la oportunidad de explotarla, en este punto la propiedad y control de los activos adquieren importancia, ya que ellos confieren a la empresa el derecho de ejercer dichas opciones. Esta posición de la operación del activo y del mercadeo de su producción, le permite a la empresa identificar mejor sus oportunidades de utilizar el activo de diversas maneras, es decir, cosechar los beneficios de las opciones reales futuras. Por lo tanto se adopta la hipótesis de que la propiedad y la operación de los activos conceden a la empresa mayor oportunidad de identificar sus opciones.

También existen opciones compuestas que son aquellas que al ejercerlas, nos proporcionan nuevas opciones.

En consecuencia, la posibilidad de realizar un proyecto de inversión tiene un gran parecido a una opción de compra, ya que implica el derecho más no la obligación de adquirir un activo pagando una cierta suma de dinero, a través de la fórmula de Black- Scholes para una opción europea son 5 las variables a tener en cuenta.

OPCIÓN FINANICERA	OPCIÓN REAL
Precio de la acción	Valor Actual esperado de los Flujos de caja del proyecto inmobiliario (S)
Precio del ejercicio	Inversión inicial (E)
Interés sin Riesgo	Tasa de descuento con riesgo (Rf)
Volatilidad (desviación típica de los rendimientos de la acción)	Volatilidad de los flujos esperados (S2), desviación estándar del activo subyacente.
Tiempo Hasta el ejercicio	Tiempo hasta el ejercicio (t), tiempo de expiración de la opción.
Dividendos	Mantenimiento de la opción

Tabla # 1, Elaborado por el Autor

A continuación vamos a analizar cada variable del cuadro anterior:

El tiempo hasta el vencimiento (t), es el tiempo durante el cual, el propietario de la opción podrá ejercerla, si el tiempo aumenta, el titular de la opción tendrá mayor flexibilidad sobre cuando ejercerla. Esto genera valor a la opción en caso de que los acontecimientos no sean favorables para el portador de la opción y simplemente renunciaría a su derecho de ejercerla evitando una pérdida innecesaria. Sin embargo, el tiempo no siempre aumenta el valor de la opción, debido al valor temporal de los flujos a los que se renuncia y amenaza de la competencia. El tiempo de expiración de la opción, que es el tiempo de espera durante el cual la oportunidad de inversión en el proyecto es válida.

Dentro del análisis y valoración de proyectos de inversión mientras mayor sea el intervalo de tiempo para demorar una decisión final, mayor será la probabilidad de que los acontecimientos se desarrollen de forma favorable aumentando la rentabilidad del proyecto, dicho de otra manera, el posponer la inversión proporciona a la empresa tiempo adicional para analizar y observar la tendencia de acontecimientos reduciendo al mismo tiempo la posibilidad de incurrir en errores por acontecimientos no previstos.

Por lo tanto al tener una opción de diferimiento, se forma una asimetría entre ganancias superiores y pérdidas inferiores.

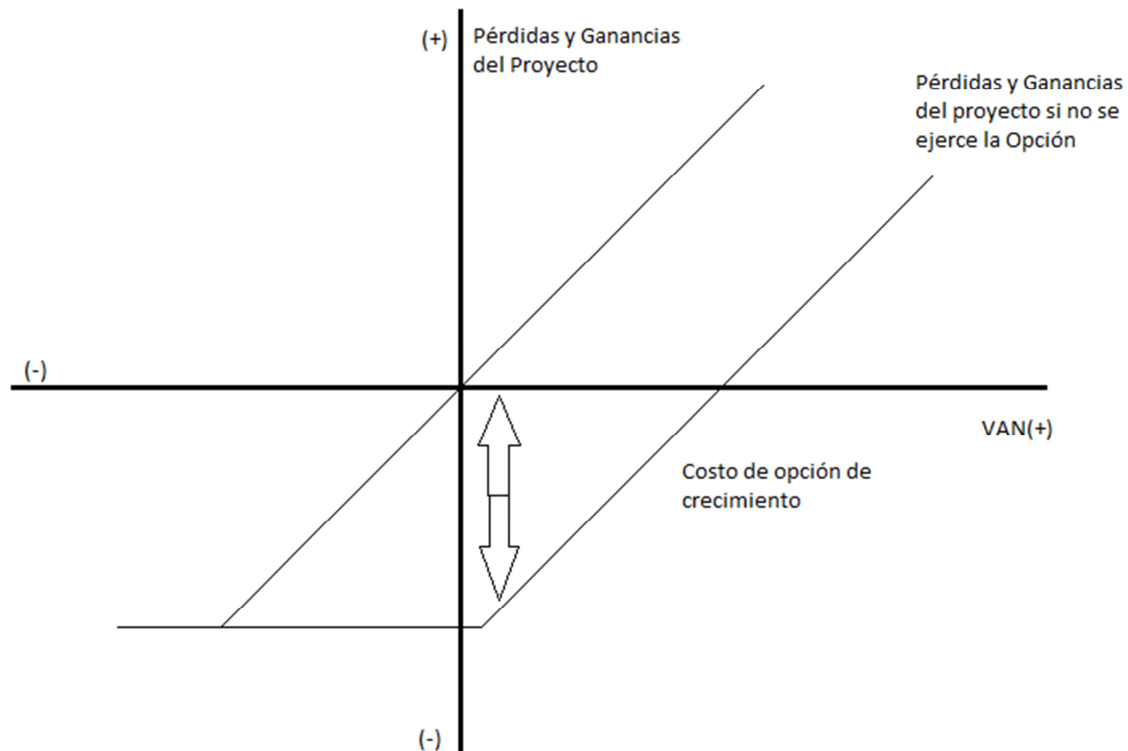


Gráfico # 10, Elaborado por el Autor

El valor actual del activo subyacente (S). En una opción financiera el valor del activo subyacente indica el precio actual de un activo financiero como acciones, divisas, mientras que en una opción real, indica el valor actual de un activo real como un inmueble, un proyecto de una empresa, etc. Refiriéndose a los flujos de caja que se espera que genere dicho activo.

El precio del ejercicio (E), cuando se trata de una opción de compra, es la cantidad a pagar por el activo subyacente, es decir, por adquirir sus flujos de caja; cuando es opción de venta, el precio del ejercicio se entiende como la cantidad que el propietario del activo recibirá por la venta.

En cuanto al **riesgo asociado o la volatilidad de los flujos de caja (S2)**, cuanto más grande sea, más valiosa será la opción sobre la inversión debido a la asimetría entre ganancias y pérdidas, por lo tanto, un aumento de operaciones, de ventas, de negocios, hará incrementar el VAN, mientras que una caída en las operaciones, ventas, o negocios no necesariamente hará caer la VAN (porque en este caso no se ejerce la opción y se eliminarán las pérdidas).

Por lo tanto un aumento de valor en la opción de invertir, no necesariamente supone el deseo de hacerlo, porque al aumentar el valor de la opción, hay más riesgo, y el riesgo reduce el deseo de invertir, o al menos retrasa la decisión de invertir.

Las opciones y la volatilidad están íntimamente relacionadas, para los operadores del mercado de valores es importante la dirección en la que aumentan o disminuyen los precios del activo subyacente, pero también es importante la velocidad con la que se mueven, a esta velocidad se llama volatilidad, es decir, la volatilidad mide la variabilidad de los precios futuros del subyacente y refleja la incertidumbre que se da en el proyecto.

La tasa de interés libre de riesgo (Rf), sobre la opción que en este caso es similar a la de un activo libre de riesgo. Los dividendos que pueden llegar a pagar por el subyacente, esto es los flujos de caja durante la vida del proyecto.

La experiencia ha demostrado que las empresas tienden a comprometer sus fondos en inversiones más pronto que tarde, a pesar de disponer la posibilidad de diferir, la razón de este comportamiento es que la opción es más valiosa cuando se posee en exclusiva que cuando es compartida, dado que los competidores pueden replicar la inversión de la empresa dando como resultado una disminución de la rentabilidad del proyecto.

Entonces, las empresas harán valer su opción antes de la fecha de vencimiento por:

- Opciones compartidas
- VAN Alto
- Riesgo y tipo de interés bajos
- Gran competitividad en el sector.

La opción real que se emplee está en función del proyecto que se analiza, así por ejemplo, si se tiene una opción de aplazamiento los cálculos son distintos que si se tiene una opción de abandono u otra, y cada escenario u opción con la que se cuente dará un valor presente distinto. Si se tiene un proyecto sin flexibilidad, con una inversión inicial I_0 , con un flujo de efectivo C , una tasa r y un tiempo t , se tendría un valor actual como la ecuación

$$VAN = \text{MAX} \left[-I_0 + \sum_{t=0}^n \frac{C}{(1+r)^t}, 0 \right]$$

Si se tiene un proyecto con una opción de aplazamiento de un año, se tendrá un valor del proyecto de acuerdo a la expresión siguiente donde u es el valor que puede tomar si es un flujo mayor a C y d es el valor que tiene si el flujo es inferior a C .

$$VAN = p \left[\text{MAX} \left[\frac{-I}{1+r} + \sum_{t=1}^n \frac{u}{(1+r)^{t,0}}, 0 \right] \right] + (1-p) \left[\text{MAX} \left[\frac{-I_0}{1+r} + \sum_{t=1}^n \frac{d}{(1+r)^t}, 0 \right] \right]$$

Se observa que el valor del proyecto es más alto por tener flexibilidad

2.3.3.1. Relación entre proyectos de inversión y opciones

Como vimos antes, según el VAN, un proyecto es viable, si es positivo, lo que se produce cuando el valor actual de los flujos de caja esperados supera a los desembolsos iniciales del proyecto.

Incorporaremos nuevos conceptos:

$$IR = VA(FC)/VA(A)$$

VA (FC) = Valor actual de los flujos de caja

VA (A) = valor actual de los desembolsos para realizar el proyecto

Esto en términos de opciones reales:

$$\frac{S}{VA(E)}$$

Es viable si $IR > 1$

De igual manera si

$$\frac{S}{VA(E)} > 1$$

La opción de compra será ejercida porque, $S > VA(E)$

El I.R. incluye 4 variables básicas:

S (valor actual de los flujos de caja), E (Inversión inicial o precio del ejercicio), R_f (tasa libre de riesgo y t (tiempo).

Si una opción de inversión no hay como retrasarse se puede utilizar el VAN, pero si existe la posibilidad de diferir, necesitamos aplicar opciones reales, para lo cual necesitamos incorporar el riesgo del proyecto (S_2).

La variabilidad por unidad de tiempo de los rendimientos viene medida por la varianza de los rendimientos, si esto la multiplicamos por la cantidad de períodos de tiempo que aún quedan hasta el vencimiento obtendremos la varianza acumulada, que nos indica cuanto podrían variar las cosas antes de llegar al final del horizonte temporal.

Las opciones de inversión para los que la varianza o el tiempo sean cero, no tendrán varianza acumulada y podrán valorarse con el VAN Clásico, pero si no se da esto, el VAN infravalorará el Valor actual de los flujos de caja esperados.

Se pueden dar 6 casos en opciones reales en proyectos de inversión:

1. VAN positivo, varianza acumulada baja (por lo general el vencimiento está muy cercano) lo ideal es emprender el proyecto ya, no hay ganancias en demorarlo.
2. VAN positivo y Varianza acumulada grande, es muy probable que el valor del activo subyacente aumente en el tiempo, lo aconsejable es posponer la decisión de invertir. En este caso se presentan ciertas excepciones cuando el valor del activo subyacente se deprecie en el tiempo o ya está produciendo flujos de caja lo que impulsará a realizar el proyecto anticipadamente.

3. VAN negativo y Varianza acumulada es muy grande, $IR > 1$, lo indicado es esperar y comprobar si S y E varían, si no fuera así, simplemente no se ejerce la opción, pero en otros casos por acontecimientos futuros puede que el proyecto termine siendo interesante en cercanías a la fecha tope.
4. VAN negativo, un $IR < 1$, pero dispone de una alta varianza acumulada que puede resultar beneficioso a lo largo, si demora la inversión a la espera de que mejore el valor del activo.
5. Es similar a la zona anterior, salvo que la variabilidad del activo subyacente es menor que prácticamente desaconseja la ejecución del proyecto.
6. $VAN < 0$ e $IR < 1$, carece de riesgo, lo que significa que no se ejerce bajo ningún concepto.

Realizaremos un ejemplo de opciones reales.

Si los directivos toman a los proyectos como cajas negras, se pueden ver tentados a pensar en la primera decisión de aceptación rechazo y olvidar las decisiones de inversión sucesivas van a depender de las que se tomen hoy.

Cuando se usan los flujos de caja para valorar un proyecto, la empresa asumen que mantendrá los activos de forma pasiva, pero después que se ha invertido en un proyecto, no se puede sentarse a mirar que es lo que les depara el futuro, si las cosas salen bien, se ampliará, si sale mal, será recortado o abandonado.

2.3.3.2. TIPOS DE OPCIONES REALES

2.3.3.2.1 Opción de Diferir

Implica posponer la realización de proyecto por un tiempo determinado, en este tiempo las condiciones del proyecto pueden cambiar y de esta forma reducir la incertidumbre y examinar la posibilidad de acontecimientos futuros que benefician al proyecto. El precio del ejercicio de esta opción corresponde al dinero que se debe invertir para realizar el proyecto.

No diferir el proyecto es conveniente cuando el VAN del proyecto excede el valor de la opción de diferir, es importante que dentro de los cálculos de VAN se incluya el valor de la inversión que se debe realizar para adquirir los recursos sobre un activo, esto se describe:

$$VAN > \text{Opción de diferir}$$

Cuando adquirimos la opción de diferir un proyecto, implica que a futuro pueden mejorar las condiciones de la realización del proyecto, o por el contrario pueden empeorar, lo que depende principalmente del comportamiento del mercado correspondiente al proyecto. Para el mercado inmobiliario, el mejoramiento de la economía de un país va a hacer que las ventas mejoren y en este sentido la realización del proyecto es más conveniente, o por el contrario, puede ocurrir una caída de la economía que afecte al comportamiento de las ventas. Por lo tanto el valor del proyecto depende de dos acontecimientos, y se comporta como sigue a continuación:

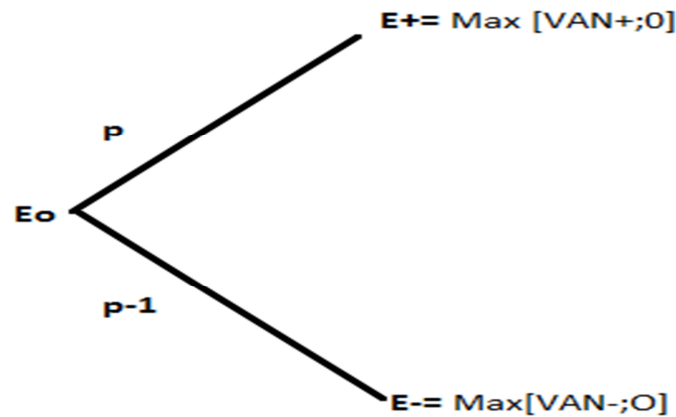


Gráfico # 11, Elaborado por el Autor.

El valor de la opción en el momento 0 se calcula a partir de:

$$E_0 = \frac{pE^+ + (1 - p)E^-}{1 - Rf}$$

Donde p es la probabilidad del escenario conveniente para el proyecto, y Rf es la tasa de interés libre de riesgo para el proyecto.

En conclusión: proporciona a su propietario el derecho de posponer la realización del proyecto durante un plazo de tiempo. Esta opción es valiosa en proyecto donde la empresa tiene derechos exclusivos para invertir, y va perdiendo valor conforme las barreras de entrada desaparezcan.

El objetivo de esta opción es reducir el comportamiento del activo subyacente en el futuro próximo.

2.3.3.2.2 Opción de Abandono

Proporciona la posibilidad de vender, liquidar o cerrar el proyecto, por un precio determinado. Es una opción que se puede tener en cuenta cuando el proyecto o inversión se realiza por etapas, aunque esto lleve a incurrir en costos adicionales por ejecutar proyectos bajo condiciones temporales, es muy beneficioso para proyectos con alto riesgo asociado.

El valor de esta opción depende en gran manera del valor residual del proyecto, es decir, el valor por el cual la venta del proyecto es más conveniente que continuar con la ejecución del mismo.

E_0 Es el valor de la opción en el tiempo 0, se calcula de la misma manera que la opción de diferimiento.

$$E_0 = \frac{pE^+ + (1 - p)E^-}{1 - r}$$

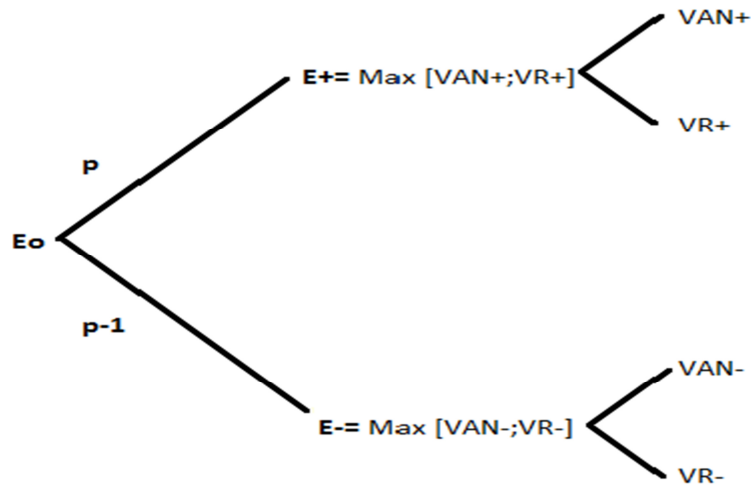


Gráfico #12, Elaborado por el Autor

En resumen, este tipo de opción, proporciona al propietario la posibilidad de vender, liquidar o abandonar un determinado proyecto a cambio de un precio. Este tipo de acciones aparecen en muchos tipos de negocio, por ejemplo los capitalistas – riesgo, que comprometen determinada cantidad de dinero por etapas lo que les permite mantener la opción de abandono, cuando consideren un futuro oscuro.

Las cláusulas de escape son la forma más directa de construir opciones de abandono, porque crean flexibilidad operativa de forma contractual con las otras partes del proyecto.

La existencia de la opción de abandono aumenta el deseo de invertir en el proyecto (lo mismo que una opción de reinvertir, reduce las ganancias de abandonar).

2.3.3.2.3 Opción de Expandir

Esta opción se puede llevar a cabo cuando ya están los proyectos establecidos, o cuando se trabaja por etapas. Si las condiciones del mercado son favorables, se puede pagar un precio por acceder a una mayor escala de producción o construcción. Esta opción corresponde a generar un porcentaje $x\%$ del VAN del proyecto, teniendo en cuenta que del costo que implica adquirir la opción.

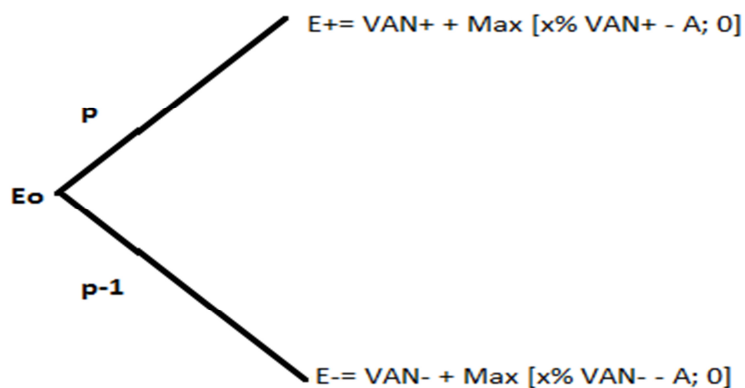


Gráfico #13, Elaborado por el Autor

Proporciona a su propietario el derecho de adquirir una parte adicional del mismo a cambio de un costo adicional (precio del ejercicio). Esto es lo mismo que adquirir una opción de compra sobre una parte adicional del proyecto base.

La opción de ampliar la escala productiva puede ser estratégicamente importante de cara a posibilitar a la compañía la capitalización de futuras oportunidades de crecimiento. Esta opción será desarrollada solo cuando el comportamiento futuro del mercado se vuelva favorable, puede ser que un proyecto de inversión aparentemente desaconsejable (basado en el VAN Básico) tenga valor positivo.

2.3.3.3 APLICACIÓN DE LAS OPCIONES REALES EN LA CONSTRUCCIÓN

Como se mencionó anteriormente, las opciones reales en la construcción se justifican principalmente cuando se posee un lote, ya que la tierra no utilizada tiene la opción de ser desarrollada en el tiempo, o cuando las condiciones sean adecuadas y se permita encontrar el momento idóneo para maximizar la rentabilidad. De igual manera existe la opción de llevar a cabo el proyecto por etapas ya que al finalizar una de las etapas se puede analizar la viabilidad de seguir ejecutando el proyecto. O desarrollar el proyecto conociendo los movimientos del mercado. En los proyectos de construcción e inmobiliarios existen diferentes variables que afectan directamente a la decisión de ejecución:

1. Desarrollo del Sector donde se va a realizar el proyecto
2. Tasas de interés
3. Comportamiento general del mercado
4. Costos en los que se incurre el desarrollo del nuevo proyecto.

Con el fin de prever el fracaso del proyecto, actualmente en los proyectos de construcción se llevan a cabo pre-ventas estableciendo un punto de equilibrio bajo el cual se va a decidir si se realiza o no.

2.3.4 DIFERENCIA ENTRE OPCIONES FINANCIERAS Y OPCIONES REALES

OPCIONES FINANCIERAS	OPCIONES REALES
Las opciones financieras se hacen sobre títulos que circulan en el mercado	Las opciones reales se hacen sobre activos no disponibles en el mercado.
El precio del activo es observable	El precio del activo no es observable
No son emitidas por empresas cuyas acciones son contingentes.	Las opciones reales son creadas por administradores de las empresas que controlan los activos objetos de opción
El agente que emite la opción no influye sobre las acciones de la empresa, ni sobre el valor de sus activos.	La administración de la empresa propietaria del activo, dispone de este a voluntad.
La incertidumbre de la tasa de retorno de activo no puede ser manipulada por los agentes que compran o vende Opciones financieras.	Las acciones de la empresa que posee la opción real, puede afectar a las acciones de la competencia y modificar la incertidumbre asociada a la opción real.

Tabla # 2, Elaborado por el Autor

2.3.5 VALORACIÓN DE OPCIONES REALES

2.3.5.1 MODELO DE BLACK – SCHOLES PARA OPCIONES REALES.

Este modelo consta de 5 variables importantes:

OPCIÓN FINANICERA	OPCIÓN REAL
Precio de la acción	Valor Actual esperado de los Flujos de caja del proyecto inmobiliario (S)
Precio del ejercicio	Inversión inicial E
Interés sin Riesgo	Tasa de descuento con riesgo (Rf)
Volatilidad (desviación típica de los rendimientos de la acción)	Volatilidad de los flujos esperados (S2), desviación estándar del activo subyacente.
Tiempo Hasta el ejercicio	Tiempo hasta el ejercicio (t), tiempo de expiración de la opción.

Tabla # 3, Elaborado por el Autor

Los modelos de valoración de opciones constituyen uno de los aspectos más importantes de la teoría financiera, Existen varios modelos para la valoración de opciones, el modelo de Black – Scholes asume que el comportamiento de los precios sigue una distribución log- normal.

La distribución Log-Normal reconoce el hecho que el precio de la acción nunca puede caer más del 100% pero hay una posibilidad aunque sea pequeña que suba más del 100%.

Calcular el valor de la opción cuando hay un número infinito de sub períodos puede parecer una tarea desesperante, pero para bien de todos nosotros Black y Scholes derivan una fórmula:

$$\begin{aligned} \text{Valor de la opción de compra} &= (\text{deltas} * \text{precio de la acción}) - (\text{prestamo bancario}) \\ &= (N(d_1) * P) - (N(d_2) * VA(PE)) \end{aligned}$$

Donde:

$$\begin{aligned} d_1 &= \frac{\log[P/VA(PE)]}{\sigma\sqrt{t}} + \frac{\sigma\sqrt{t}}{2} \\ d_2 &= d_1 - \sigma\sqrt{t} \end{aligned}$$

N (d) = Función de densidad acumulada, de una distribución normal

PE = Precio de la opción; VA (PE) = se calcula actualizando a la tasa de interés libre de riesgo

T = número de periodos hasta el vencimiento

P = Precio actual de la acción

σ = desviación típica por período de la rentabilidad de la acción (con capitalización continua)

Obsérvese que el valor de la opción de compra con la fórmula de Black- Scholes tiene las mismas propiedades que se han identificado con anterioridad. Aumenta con el nivel de precios P , y disminuye con el valor actual del precio del ejercicio VA (PE), que a su vez depende del tipo de interés y del tiempo hasta el vencimiento. También aumenta con el tiempo hasta el vencimiento y la variabilidad de la acción ($\sigma\sqrt{t}$).

Para obtener esta fórmula, asumieron que existe una serie continua de precios de la acción, y, por lo tanto, para replicar la opción, los inversores tienen que ajustar continuamente su cartera. Esto no es posible de forma literal, pero aun así la formula funciona extraordinariamente bien, este modelo también se lo puede aplicar para divisas, obligaciones y mercaderías.

El modelo la black - Scholes se basa en 7 supuestos que limitan su uso en Opciones Reales:

1. La opción es de tipo Europeo (Se ejerce cuando se alcanza la madurez)
2. Se asume que la tasa de interés es constante, es decir, que la tasa libre de riesgo de corto plazo es conocida y constante durante la vida de la opción.
3. El activo no paga dividendos
4. El precio del mercado corriente y el proceso estocástico que el subyacente siguen son conocidos, el precio del subyacente se comporta de acuerdo a una caminata aleatoria en tiempo continuo.
5. La varianza del retorno sobre el subyacente es constante en el tiempo
6. La opción es contingente respecto a un único activo subyacente riesgoso, por lo tanto se descarta el uso de opciones compuestas.
7. El precio del ejercicio es constante y conocido.

¿Qué significa esto?

Cuando se analiza el problema desde una perspectiva de opciones reales, es necesario relajar al menos uno de los supuestos del modelo estándar de Black – Scholes, no es difícil comprobar que muchas veces se puede pensar en las opciones americanas como alternativa a las europeas, pero además las fuentes de incertidumbre son múltiples, muchos proyectos pagan dividendos, a veces los precios y sus procesos aleatorios no son observables y la varianza del retorno es volátil.

2.3.5.1.1 UTILIZACIÓN DE LA FORMULA DE BLACK – SCHOLES

Precio de la acción en estos momentos = $P = \$60$

Precio del ejercicio = $PE = \$60$

Desviación típica de la rentabilidad calculada con capitalización compuesta = $\sigma = 0,3523$

Años hasta el vencimiento = $t = 0,667$

Tipo de interés anual = $r_f = 1,5\%$ (equivalente a $0,99975\%$ para 8 meses)

Hay 3 pasos para calcular con esta fórmula:

Paso 1: **Calcular d_1 y d_2** , este problema se lo soluciona incluyendo los números en la formula, se advierte que log hace referencia al logaritmo neperiano.

$$d_1 = \frac{\log\left[\frac{60}{\frac{60}{1,01}}\right]}{0,3523\sqrt{0,667}} + \frac{0,3523\sqrt{0,667}}{2} = 0,1783$$

$$d_2 = 0,1783 - 0,3523\sqrt{0,667} = -0,1093$$

Paso 2:

Encontrar $N(d_1)$ y $N(d_2)$. El primero es la probabilidad que una variable distribuida normalmente sea inferior a d_1 desviaciones típicas por encima de la media. Si d_1 es grande, $N(d_1)$ se acerca a 1 (es decir, se puede estar casi seguro que la variable será inferior a d_1 desviaciones típicas por arriba de la media. Si d_1 es 0, $N(d_1)$ es 0,5 (por lo tanto hay un 50% de probabilidad que la variable normalmente distribuida este por dejado de la media)

La forma más sencilla de encontrar $N(d_1)$, es con Excel, DISTR.NORM.ESTAND (0,1783), si introducimos esto, hay una probabilidad de 0,5708 que una variable que se distribuye normalmente sea menor a 0,1783 desviaciones típicas sobre su media. De igual manera, se introduce en a función de Excel antes mencionada el valor de d_2 y se obtendrá 0,4565. Es decir, que existe una probabilidad de 0,4565 que la variable normalmente distribuida sea menor a 0,1093 desviaciones típicas por debajo de la media.

Paso 3:

Se introduce los valores en la formula y se saca el valor de la opción:

$$\begin{aligned} &= (N(d_1) * P) - (N(d_2) * VA(PE)) \\ &= (0,5708 * 60) - \left(0,4565 * \frac{60}{1,015^{0,667}}\right) = \$7,13 \end{aligned}$$

2.3.5.2 MODELO DE COX - RUBINSTEIN O BINOMIAL

La teoría de valoración de una opción por el método de redes binomiales consiste en tomar como base el comportamiento del valor del activo subyacente para estimar el valor actual de la opción. En este método se necesitan árboles para el precio del activo subyacente y para el precio de la opción, las divisiones de cada árbol depende directamente del tiempo de valoración, en la siguiente figura se muestra los dos árboles correspondientes al precio del activo subyacente S, y al precio de ejercicio de la opción C.

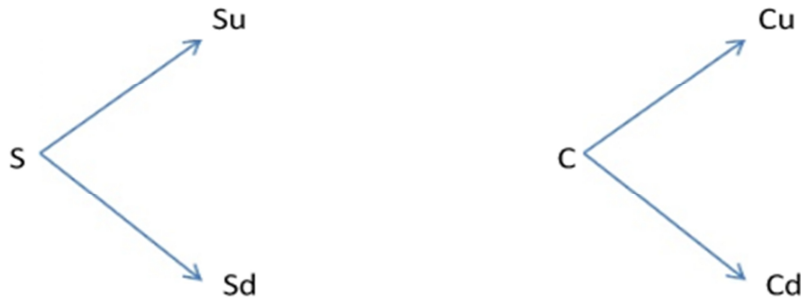


Gráfico #14, Elaborado por el Autor

Los árboles binomiales se basan en el cambio en los precios al cabo de un período de tiempo, los valores de S y C corresponden a los precios en el momento 0, los cuales pueden aumentar a S_u o C_u ; o disminuir a S_d y C_d correspondientemente después de un ΔT .

Es importante identificar que el valor correspondiente en el tiempo 0, está compuesto por dos posibles valores que se pueden tener descontados bajo una tasa de interés determinada.

Si la cartera está compuesta por α unidades de opción y β unidades de activo, el valor de la cartera está determinada por:

$$\pi = \alpha c + \beta S$$

Dado que el propósito de este método es determinar el valor de la opción, por lo cual se puede especificar $\alpha = 1$:

$$\pi = c + \beta S$$

El valor de la cartera entonces cambiará proporcionalmente si el valor del activo subyacente sube o baja respectivamente:

$$\pi_u = C_u + \beta S_u \text{ (Alza)}$$

$$\pi_d = C_d + \beta S_d \text{ (Baja)}$$

El objetivo es encontrar cuantas unidades del subyacente hacen que el valor del portafolio no se afecte:

$$C_u + \beta S_u = C_d + \beta S_d$$

$$\beta S_u - \beta S_d = C_d - C_u$$

$$\beta = \frac{C_d - C_u}{S_u - S_d}$$

Donde β es el número de unidades de activo subyacente, es el correspondiente para obtener una cartera libre de riesgo, ya que su valor es independiente a la del activo subyacente en el futuro.

Si el valor final de la cartera es π_f y trabajamos con una tasa libre de riesgo r , el valor en el momento 0 de la cartera debe ser: $\pi = \frac{\pi_f}{(1+r)^{\Delta t}}$

$$C = \frac{pC_u + (1 - p)C_d}{(1 + r)^{\Delta t}}$$

Donde p es la probabilidad neutral al riesgo de que el valor suba y $1 - p$ es la probabilidad a que el valor baje.

$$p = \frac{S - S_d}{(S_u - S_d)(1 + r)^{\Delta t}}$$

Para determinar la forma en la que se comportan los valores de u y d , se utiliza Black – Scholes. El comportamiento de u y d no puede ser simétrico, es decir, que d no es el inverso de u , sin embargo estos factores se evalúan con logaritmos si tienen comportamiento simétrico.

$$u = e^{\delta\sqrt{\Delta t}}$$

$$d = \frac{1}{u}$$

$$p = \frac{(1 + r) - d}{u - d}$$

Este modelo se aplica a opciones americanas y consiste en asumir que el valor del bien subyacente, se comporta bajo un proceso multiplicativo binomial en períodos discretos, el movimiento del activo podría ser ascendente uS o descendente dS , con sus respectivas probabilidades (p y $1-p$ respectivamente).

2.3.5.3 MODELO MONTE CARLO

Es una técnica que tiene en cuenta la aleatoriedad de cada variable que afecta al proyecto, las cuales en conjunto condicionan las características del proyecto. Mediante simulaciones este método permite obtener la media, varianza y forma de distribución de los flujos del proyecto, es esta forma se pretende ajustar al proyecto las condiciones de la vida real, teniendo en cuenta el riesgo asociado, este método simula la aleatoriedad de cada variable que compone el proyecto, en diferentes escenarios.

Este método asigna valores aleatorios a las variables que tienen una distribución de probabilidad, dando como resultado una distribución de probabilidad para la función requerida, mediante la cual se pueden conocer las características de esta función y su comportamiento variable.

Simulación Monte Carlo consiste en definir variables del proyecto, las cuales deben tener una distribución de probabilidad asignada según sus características, una vez definidas las variables, debe realizarse el modelo mediante el cual se calcula el VAN, el mismo que genera diferentes resultados, en función del cambio en las variables aleatorias del modelo.

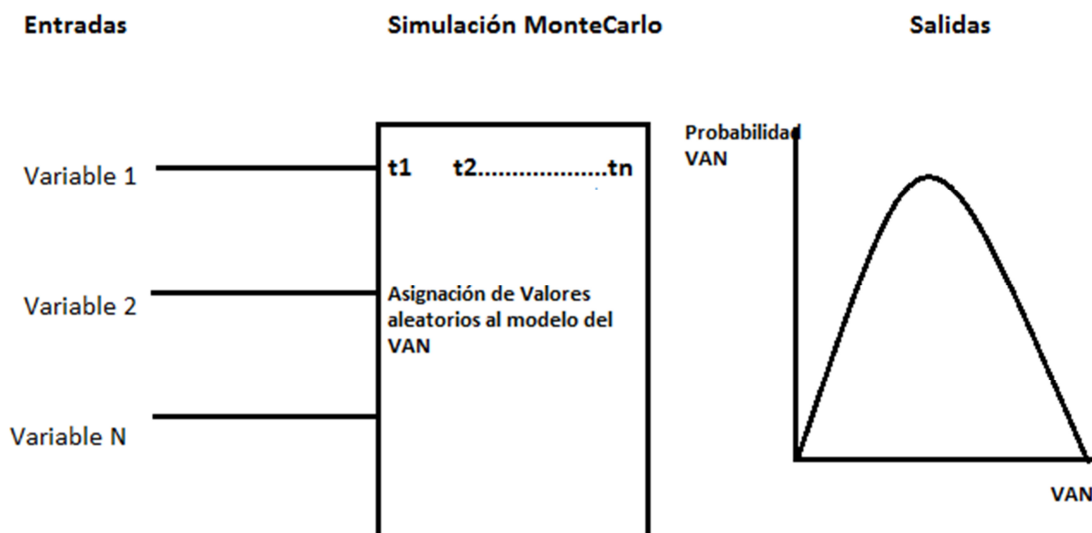


Gráfico #15, Elaborado por el Autor

CAPITULO 3

APLICACIÓN DEL MODELO DE OPCIONES REALES A LA CONSTRUCCIÓN

Como hemos visto anteriormente al VAN le hace falta la flexibilidad que tienen las opciones reales, una de las propuestas para valorar esta flexibilidad es el análisis Monte Carlo. La naturaleza de esta técnica nos permite el tratamiento directo con todo tipo de activo, cualquiera que sea el número y tipo de comportamiento estocástico de las fuentes de incertidumbre de las que dependen los resultados futuros.

La analogía entre opciones financieras y oportunidades empresariales propició la aplicación directa de los modelos financieros en activos reales, pero se constató algunas divergencias y sirvió para el desarrollo de modelos aplicados a opciones reales.

Uno de los motivos de esta separación es identificar de forma previa el valor del subyacente de las opciones reales, normalmente se carece de referencia del precio del mercado mínimamente eficiente y la estimación del valor del subyacente pasa por identificar las múltiples fuentes de incertidumbre de las que dependen los flujos de tesorería del proyecto.

La ausencia del precio de referencia del subyacente y el carácter multidimensional de las fuentes de incertidumbre de inversión empresarial impiden no solo la aplicación de las formulas analíticas de valoración de derivados, sino también la utilización de los métodos numéricos al uso.

Sin embargo, el modelo de simulación presenta una ventaja, de que su complejidad apenas aumenta con un incremento del número de dimensiones o, de manera más precisa, los recursos requeridos en el cálculo aumentan de manera lineal con el número de variables del estado, a esta ventaja hay que añadir la flexibilidad del modelo para considerar cualquier patrón estocástico de las fuentes de incertidumbre. es decir, la simulación no restringe su ámbito de aplicación al habitual proceso browniano, que ha demostrado su utilidad para caracterizar el comportamiento de los activos financieros, pero que es difícilmente asumible para otras variables de naturaleza no financiera.

La aplicación del Montecarlo conlleva la obtención de muestras aleatorias del comportamiento dinámico de los parámetros estocásticos (fuentes de incertidumbre, en nuestro caso el valor de la tierra, y el número de unidades vendidas) de los que depende el valor del derivado. Obviamente, la estimación de una única trayectoria de la evolución de cada variable no es suficiente para aproximar el valor de la opción. Una correcta aproximación requiere la generación de un gran número de trayectorias. Cuantas trayectorias estimar y cuantas particiones realizar del espacio temporal hasta el vencimiento de la opción son cuestiones que dependen de la característica del activo y de comportamiento dinámico de las fuentes de incertidumbre. En general, aumentar el número de trayectorias mejora la precisión de las estimaciones del derecho, mientras que incrementar el número de sub intervalos temporales, garantiza que dicho valor converja hacia el correcto.

La posibilidad de mejorar la calidad de la aproximación incrementando el número de simulaciones constituye el primer rasgo diferenciador de la simulación Montecarlo. Esta relación responde al hecho que el error estándar de la estimación depende inversamente del número de experimentos realizados cualquiera que sea la dimensión temporal del problema., lo que la convierte en una herramienta útil de en la evaluación de problemas de gran dimensión.

3.1 EL PROYECTO

El proyecto está ubicado en El Barrio Vista Linda de Cuenca, el terreno cuenta con 8065m^2 (Anexo 6), de los cuales está dividido en $7155,30\text{m}^2$ de área utilizable ya lotizada (anexo 7) el precio del terreno \$1900000, lo que da un valor de \$235,58 por m^2 .

La intención de la inmobiliaria es adquirir el terreno, y vender construyendo habitaciones unifamiliares en caso de ser viable, entonces el precio de venta de la propiedad va a estar en función de precio del terreno y precio de la construcción. Y los costos estarán en función de las obras del terreno, gastos notariales y registrales, publicidad, gastos municipales y el costo de la construcción.

Otra opción que se desprende para la realización del proyecto es realizar la venta en lotes. Estas dos opciones principales hay que tener en cuenta para la realización del proyecto.

3.1.1 Política de precios

El segmento al cual se está enfocado nos permite proponer una política de precios que es atractiva para la gente que va a adquirir su propiedad.

En caso de venta de viviendas:

- 30% Primer mes.
- 20% Segundo mes.
- 20% Tercer mes.
- 20% Cuarto mes.
- 10% Quinto mes.

En caso de venta de lotes:

- 30% Primer mes.

- 30% Segundo mes.
- 40% Tercer mes.

Nota: esto no quiere decir que no pueden comprar de contado, para lo cual se establecerá un descuento en caso de que así sea.

3.1.2 Flujo de Caja

El flujo de caja del proyecto se obtiene al identificar periódicamente los ingresos y egresos que se recibirán o realizarán a lo largo del mismo.

Los ingresos se deben a la venta de lotes simplemente o con su respectiva construcción, y los egresos se deben a:

1. Costo de construcción del proyecto
2. Los gastos indirectos o administrativos, operativos y de publicidad
3. El costo del terreno completo, que representaría la inversión inicial.

Haremos un cuadro de los ingresos del proyecto y los egresos (vendiendo como lotes y viviendas)

En caso de venta solo de lotes

INFORME DE LOTES		PRECIO POR METRO CUADRADO				CONSTRUCCIÓN		
LOTE	METRAJE	350	400	450	500	METRAJE	P. VENTA	INGRESO
1	164,2	57470	65680	73890	82100	180	450	81000
2	161,9	56665	64760	72855	80950	180	450	81000
3	174,9	61215	69960	78705	87450	180	450	81000
4	178,9	62615	71560	80505	89450	180	450	81000
5	179,5	62825	71800	80775	89750	180	450	81000
6	179,6	62860	71840	80820	89800	180	450	81000
7	179,8	62930	71920	80910	89900	180	450	81000
8	179,8	62930	71920	80910	89900	180	450	81000
9	179,8	62930	71920	80910	89900	180	450	81000
10	179,8	62930	71920	80910	89900	180	450	81000
11	190,5	66675	76200	85725	95250	180	450	81000
12	174,8	61180	69920	78660	87400	180	450	81000
13	182,9	64015	73160	82305	91450	180	450	81000
14	180,2	63070	72080	81090	90100	180	450	81000
15	227,7	79695	91080	102465	113850	190	450	85500
16	198,7	69545	79480	89415	99350	180	450	81000
17	267,4	93590	106960	120330	133700	195	450	87750
18	159,9	55965	63960	71955	79950	180	450	81000
19	396,6	138810	158640	178470	198300	210	450	94500
20	159,9	55965	63960	71955	79950	170	450	76500
21	180,1	63035	72040	81045	90050	180	450	81000
22	143	50050	57200	64350	71500	170	450	76500
23	180,1	63035	72040	81045	90050	180	450	81000

24	179,9	62965	71960	80955	89950	180	450	81000
25	179,9	62965	71960	80955	89950	180	450	81000
26	179,9	62965	71960	80955	89950	180	450	81000
27	180	63000	72000	81000	90000	180	450	81000
28	180	63000	72000	81000	90000	180	450	81000
29	179,3	62755	71720	80685	89650	180	450	81000
30	167,7	58695	67080	75465	83850	180	450	81000
31	149	52150	59600	67050	74500	180	450	81000
32	175,2	61320	70080	78840	87600	180	450	81000
33	227,5	79625	91000	102375	113750	190	450	85500
34	203,1	71085	81240	91395	101550	190	450	85500
35	200,6	70210	80240	90270	100300	190	450	85500
36	198,7	69545	79480	89415	99350	180	450	81000
37	174,6	61110	69840	78570	87300	180	450	81000
38	179,9	62965	71960	80955	89950	180	450	81000
TOTAL	7155,3m²	\$ 2504355	\$ 2862120	\$ 3219885	\$ 3577650	6905m²		\$ 3107250

Tabla # 4, Elaborado por el Autor

Por lo tanto el ingreso total si se decide vende solo los lotes será de:

INGRESO POR PRECIO DEL METRO CUADRADO			
350	400	450	500
\$ 2.504.355	\$ 2.862.120	\$ 3.219.885	\$ 3.577.650

Tabla # 5, Elaborado por el Autor

El ingreso total si se decide vender lote con vivienda será:

	INGRESO POR PRECIO DEL METRO CUADRADO				INGRESO CONSTRUCCIÓN
	350	400	450	500	
	\$ 2.504.355	\$ 2.862.120	\$ 3.219.885	\$ 3.577.650	\$ 3.107.250
INGRESO TOTAL	\$ 5.611.605	\$ 5.969.370	\$ 6.327.135	\$ 6.684.900	

Tabla # 6, Elaborado por el Autor

Los egresos los diferenciaremos como iniciales y en avance de obra.

Los egresos iniciales son:

Inversión inicial	
1 Pago a dueños de terreno	1900000
Escritura de compra venta	6000
Gastos registrales	5000
TOTAL	1911000

Tabla # 7, Elaborado por el Autor

Los egresos en el avance de la obra son:

Gastos Avance de la obra	
Obras	300000
Publicidad	20000
Legalización	3000
Total	323000

Tabla # 8, Elaborado por el Autor

Egresos de la Construcción	
precio m2 construcción	\$ 370
metros construidos	6796
Egresos Construcción	2514520

Tabla # 9, Elaborado por el Autor

En conclusión la utilidad contable quedaría como sigue:

CUADRO DE UTILIDAD CONTABLE					INGRESO CONSTRUCCIÓN
Precio del m ² Terre.	350	400	450	500	
	\$ 2.504.355	\$ 2.862.120	\$ 3.219.885	\$ 3.577.650	\$ 3.107.250
INGRESO TOTAL	\$ 5.611.605	\$ 5.969.370	\$ 6.327.135	\$ 6.684.900	
EGRESO TOTAL	\$ 4.792.850	\$ 4.792.850	\$ 4.792.850	\$ 4.792.850	
UTILIDAD CONTABLE	\$ 818.755	\$ 1.176.520	\$ 1.534.285	\$ 1.892.050	

Tabla # 10, Elaborado por el Autor

La gerencia del proyecto planteó 3 opciones que se pueden presentar durante la vida del proyecto. Construir o ampliar, diferir o abandonar. Las opciones correspondientes a cada etapa del proyecto se muestran a continuación:

3.2 LA VARIABILIDAD DEL PROYECTO

Una de las ventajas de valorar proyectos mediante opciones reales es que toma en cuenta su variabilidad a lo largo de la ejecución del mismo. Como se ha mencionado en los primeros capítulos de la presente tesis, existen diferentes factores sobre todo los económicos que desvían los resultados de los ya previstos.

Teniendo en cuenta esta afirmación, el valor de un proyecto va a depender de los cambios en las variables que componen el flujo de caja. Cada variable del proyecto puede cambiar por diferentes factores y según el indicador económico con el cual se puede relacionar. Por lo tanto la variabilidad del proyecto se obtiene a partir de la combinación entre las variabilidades de cada una de las variables que lo componen, por lo cual para poder visualizar este método se tomó en cuenta el método Montecarlo.

Para definir la variables de entrada, se realizó un análisis de los componentes del flujo de caja y de los factores de los cuales depende su aleatoriedad, para poder ser ajustadas a una distribución de probabilidad y así realizar la simulación del VAN del proyecto. Por lo tanto se ha seguido el siguiente procedimiento:

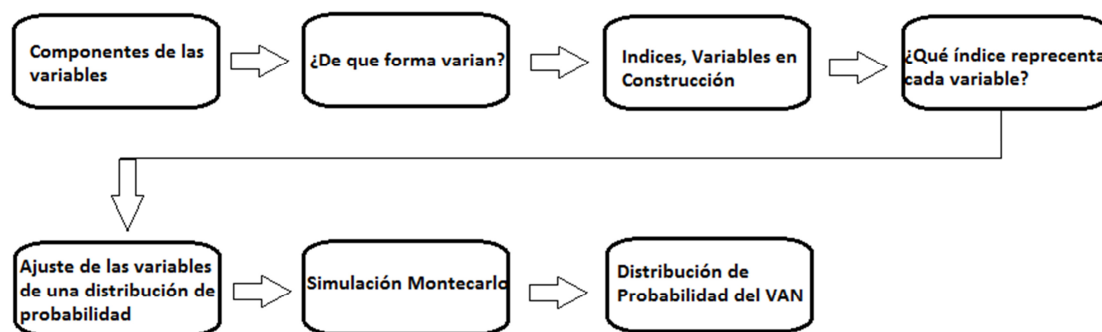


Gráfico # 16, Elaborado por el Autor

Existen muchísimos métodos de valoración que se han utilizado a lo largo del tiempo con distintas circunstancias y aciertos. Cada proyecto de valoración tiene sus ventajas y desventajas en su aplicación. Por lo tanto los métodos deberán ser escogidos con cuidado, ya que cada uno de ellos será más apropiado para determinadas circunstancias. En el caso nuestro utilizaremos el descuento de flujos de fondos y opciones reales.

Cuando nos encontramos en una evaluación de un proyecto, y al obtener su VAN, y si este resultado es negativo, los inversores y analistas se ven tentados a dejar el proyecto porque consideramos que no es rentable, pero es justo en ese momento donde entra en acción la opción de espera. El mismo que puede maximizar los beneficios de las inversiones.

Para analizar la opción de espera compararemos el proyecto de 2 maneras: si se realiza con pre-venta o sin pre-venta. Al realizar el proyecto con pre-venta, es necesario el cálculo del punto de equilibrio, punto en el cuál nos muestra la hora de iniciar con la obra.

En cuanto al punto mencionado en el párrafo anterior, en nuestro país se creó la ley de construcción, mediante el cual la compañía inmobiliaria no podrá disponer de los recursos de los promitentes compradores hasta llegar al punto de equilibrio financiero, legal y técnico. En la presente tesis tratamos el punto de equilibrio financiero, y suponemos que está cubierto el punto de equilibrio legal (papeles en regla con el municipio, Empresa eléctrica, Etapa, Registro de la propiedad) y punto de equilibrio Técnico (Planos Aprobados, lotización aprobada).

Al final compararemos la volatilidad del VAN ante cambios en las variables de entrada. Esta sensibilización, nos permitirá determinar qué tan probable, es que se obtenga como resultado un $VAN > 0$ o $VAN < 0$ y el VAN esperado del proyecto. El tipo de sensibilización a realizar es la simulación Montecarlo, ya que permite modelar múltiples escenarios ante cambios en varias variables simultáneamente. Por lo cual es necesario definir las variables de entrada con su respectiva distribución de probabilidad y las variables de salida que son los resultados que queremos conocer su sensibilidad.

Para seguir con el análisis es muy importante tomar en cuenta ciertas variables antes de comenzar con la simulación:

- Tasa de descuento: Es el rendimiento mínimo requerido por los inversionistas del proyecto, el mismo que será 19,56% anual o 1,5% efectivo mensual. La tasa se calculó utilizando el modelo C.A.P.M. Si bien es cierto este modelo no es muy aplicable a

nuestra economía, creemos que es una buena aproximación a la tasa de descuento para el sector de la construcción.

La tasa libre de riesgo es de 4%, el rendimiento promedio del sector de la construcción es del 25%, y el coeficiente beta es de 0,95. Este coeficiente beta refleja el nivel de Correlación del rendimiento del sector con respecto al de la economía en su conjunto.

- Fuentes de Financiamiento: El proyecto será financiado 100% con recursos propios, por lo tanto no hay deuda en su estructura de capitalización.

La aplicación de opciones reales en la construcción se justifica principalmente cuando se posee un lote, ya que la tierra no utilizada tiene la opción de ser desarrollada en el tiempo, o cuando las condiciones sean las adecuadas y se permita encontrar el momento idóneo y maximizar la rentabilidad. De igual manera existe la posibilidad de llevar a cabo el proyecto de construcción por etapas, ya que al finalizar una de las etapas se puede analizar la viabilidad de seguir ejecutando el proyecto aplicando la teoría de opciones reales.

Existen inmobiliarias grandes en nuestro país que tienen un banco de tierras y deciden ejecutar los proyecto en función del comportamiento del mercado. Esta forma de actuar es implícitamente realizar una opción de espera, sin embargo no manejan el tema como un análisis de opciones reales.

3.3 APLICACIÓN DEL MODELO DE OPCIONES REALES Y SIMULACIÓN

Para la aplicación del modelo de opciones reales se realizó el análisis del proyecto primeramente valorándolo con el criterio tradicional del VAN, TIR y Periodo de recuperación de inversión. Luego aplicamos la opción de espera, en donde vemos que el promedio del VAN total sube gracias a la estratégica opción de esperar a cubrir el punto de equilibrio. Y finalmente valoraremos la opción de abandono y expansión de la escala productiva mediante el método binomial y la utilización de árboles binomiales.

Para todos los casos hemos generado combinaciones aleatorias de lotes vendidos, estamos suponiendo que todos los lotes y viviendas tienen la misma probabilidad de venta, esto es así puesto que existen compradores con gustos diversos y la probabilidad de comprar interno o externo a la urbanización es la misma.

La evolución del precio de la tierra en el sector de vista linda en la ciudad de Cuenca se muestra a continuación:

AÑO	PRECIO m ² (\$)
2003	100
2004	125
2005	141
2006	147
2007	180
2008	190
2009	205
2010	230
2011	280

2012	350
2013	410
2014	480

Tabla # 11, Elaborado por el Autor

Estos datos salieron de estadísticas de la inmobiliaria Catedral de precios de venta en los distintos años desde el año 2003 al 2014 donde se vendió el último lote de la urbanización vista linda.

Utilizando el software de @ Risk se determinó la distribución de los precios de la tierra:

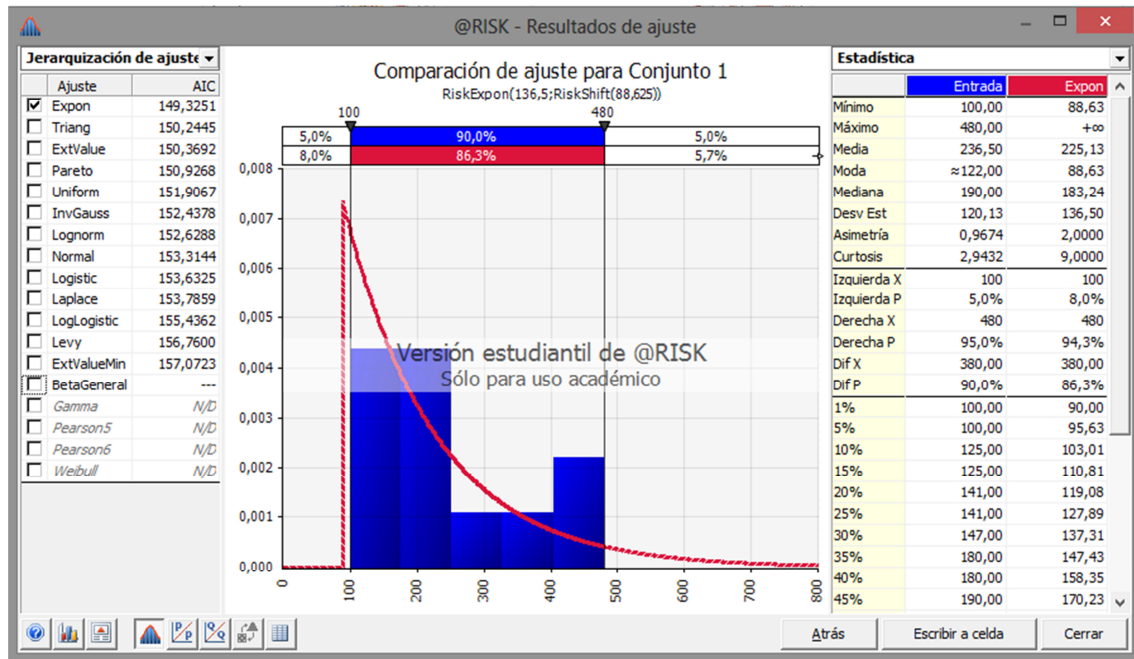


Gráfico #17, Elaborado por el Autor

Por lo tanto el precio de la tierra por el sector sigue una distribución exponencial con media de \$236,5 por metro cuadrado, siguiendo el criterio de AIC.

El primer paso para el desarrollo del análisis es saber cuál es la inversión inicial y los flujos de caja proyectados (fuentes de ingresos y egresos).

Proyectamos el flujo de caja tomando muy en cuenta las variables de entrada, como son el precio de la tierra, costo y precio de la construcción, número de lotes a venderse por mes y que lotes son más probables que se vendan más rápido.

De la lista anteriormente nombrada, el tratamiento del número de lotes a venderse por mes y que lotes se venden lo haremos de la siguiente manera:

- El número de lotes a venderse:

Esta variable es tomada de la experiencia de la inmobiliaria Catedral, la tabla siguiente muestra tres escenarios posibles:

ESCENARIOS						
MESES	MEDIO		PEOR		MEJOR	
	Porcentaje	# Lotes Vendidos	Porcentaje	# Lotes Vendidos	Porcentaje	# Lotes Vendidos
1	20%	7	10%	4	30%	11
2	30%	11	20%	7	25%	10
3	25%	10	20%	7	25%	10
4	10%	4	20%	8	15%	5
5	10%	4	10%	4	5%	2
6	5%	2	10%	4		
7			5%	2		
8			5%	2		

Tabla # 12, Elaborado por el Autor

Cada escenario está dividido en la cantidad de lotes que se pueden vender por mes en promedio, por ejemplo en el peor de los casos los lotes se acabarán de vender en 8 meses, en el mejor de los casos en 5 y en el escenario medio en 6 meses.

Para saber qué lote se va a vender o cual tiene la probabilidad de venderse más rápido que otro, se realizó una entrevista y se pidió a los encuestados que se califique cada lote siguiendo el siguiente criterio:

- 10: Compro
- 5: segundo alternativa
- 0: No compro

La tabla mostreamos a continuación:

Lotes	Puntuación			Ponderación
	10	5	0	
1	0	6	19	3
2	1	7	17	4,5
3	5	7	13	8,5
4	10	8	7	14
5	12	7	6	15,5
6	13	7	5	16,5
7	15	6	4	18
8	14	6	5	17
9	15	4	6	17
10	11	5	9	13,5
11	9	7	9	12,5
12	3	12	10	9
13	3	9	13	7,5
14	3	7	15	6,5
15	2	6	17	5
16	3	2	20	4
17	3	1	21	3,5
18	3	5	17	5,5

19	3	7	15	6,5
20	3	4	18	5
21	3	4	18	5
22	10	3	12	11,5
23	12	4	9	14
24	12	4	9	14
25	11	4	10	13
26	10	5	10	12,5
27	8	5	12	10,5
28	5	4	16	7
29	4	4	17	6
30	0	5	20	2,5
31	0	2	23	1
32	2	1	22	2,5
33	3	0	22	3
34	4	1	20	4,5
35	4	1	20	4,5
36	4	1	20	4,5
37	5	1	19	5,5
38	5	1	19	5,5
Total	233	173	544	

Tabla # 13, Elaborado por el Autor

Una vez realizada la encuesta y la tabulación de los datos, se ponderó por peso a cada lote y se obtuvo una medida de gusto de los clientes por lote y posibilidad de venta.

PROYECCIÓN DE LOTES VENDIDOS POR MES																		
ESCENARIO MEDIO						ESCENARIO PEOR								ESCENARIO MEJOR				
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5
7	4	14	34	17	30	7	5	26	14	21	36	1	30	7	26	18	16	30
9	10	19	35	33	31	9	23	22	19	2	16	32	31	9	22	37	17	31
8	25	29	36	1		8	24	27	29	34	17			8	27	38	33	
6	11	18	16	32		6	4	12	18	35	33			6	12	15	1	
5	26	37					10	3	37					5	3	20	32	
23	22	38					25	13	38					23	13	21		
24	27	15					11	28	15					24	28	2		
	12	20							20					4	14	34		
	3	21												10	19	35		
	13	2												25	29	36		
	28													11				

Tabla # 14, Elaborado por el Autor

Dados estos tres escenarios ahora elaboraremos las proyecciones del flujo de caja en cada escenario, con y sin construcción, es decir, realizando la venta de villas o solo de lotes.

Utilizando el Software de @ Risk, se simuló la trayectoria del VAN utilizando una tasa del 1,5% mensual, se utilizó 5000 iteraciones y 100 simulaciones, los resultados de cada simulación se visualizan a continuación.

Se realizará la simulación para cada escenario, en cada uno haremos 2 simulaciones: 1) suponiendo que se construyen las viviendas, 2) suponiendo que no se construye y se comercializa solo en solares.

3.3.1. ESCENARIO MEDIO

3.3.1.1. Con construcción (Anexo 8)

Los resultados se visualizan a continuación:

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 3.374.597
VAN	\$ 1.463.597
TIR	7,6%

Tabla # 15, Elaborado por el Autor

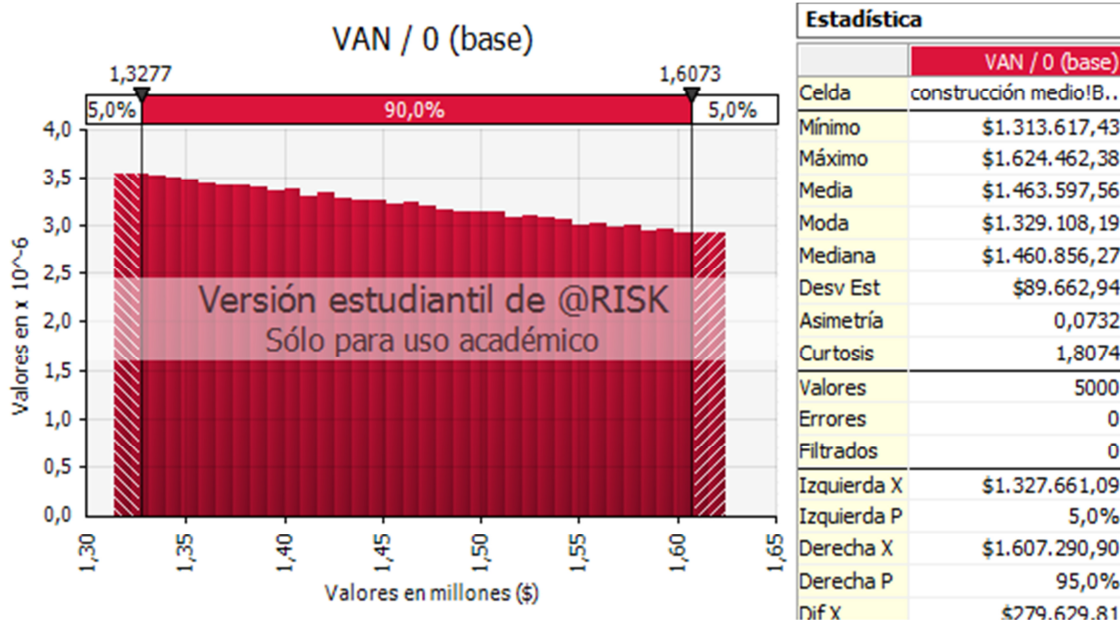


Gráfico # 18, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$1.624.462 y el mínimo: \$1.313.617, con una desviación estándar de: \$89.662, como sabemos esto dependerá del valor del terreno y la construcción.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

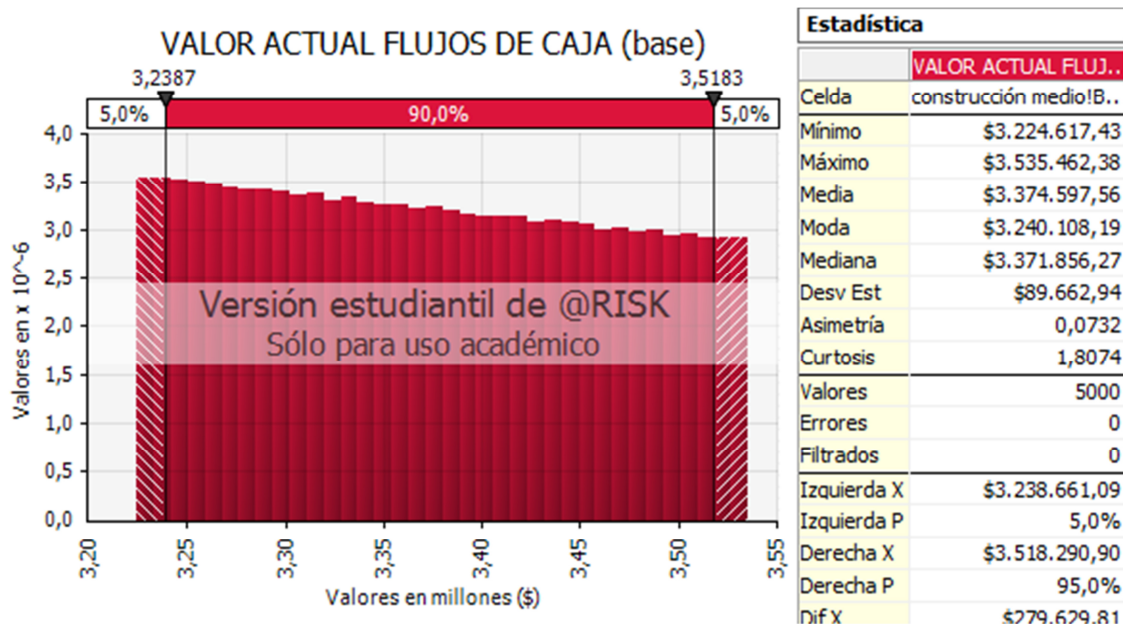


Gráfico #19, Elaborado por el Autor.

La media del valor actual de los flujos de caja es \$3.374.597, el mínimo del valor actual de los flujos de caja es \$3.224.617 y el máximo es \$3.535.462, la desviación estándar es de \$89.662.

Cabe decir que el valor actual de los flujos de caja es equivalente a decir el valor del activo subyacente, por lo cual este valor es importante pues nos muestra la volatilidad del subyacente.

3.3.1.2. Venta de Solares (Anexo 9)

Hemos visto el análisis de valoración de inversiones basado en el VAN y la TIR del proyecto construyendo las 38 viviendas unifamiliares, ahora veremos el caso base en el caso que no se construya y se venda solo en lotes.

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 3.281.966
VAN	\$ 1.370.966
TIR	16%

Tabla # 16, Elaborado por el Autor

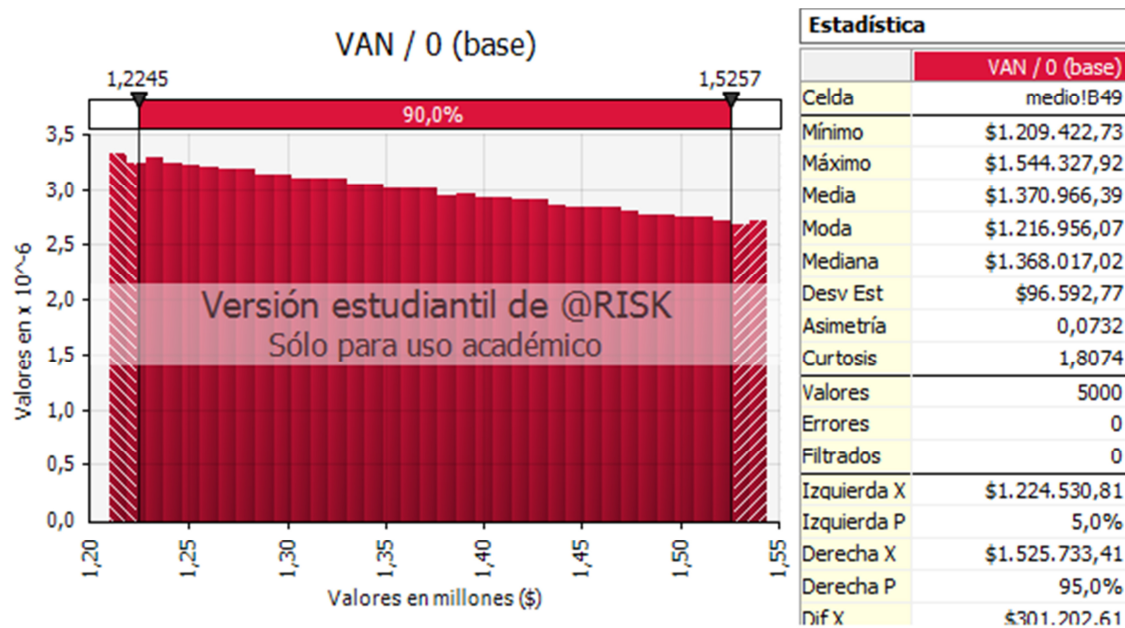


Gráfico # 20, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$1.544.327 y el mínimo: \$1.209.422, con una desviación estándar de: \$96.592.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

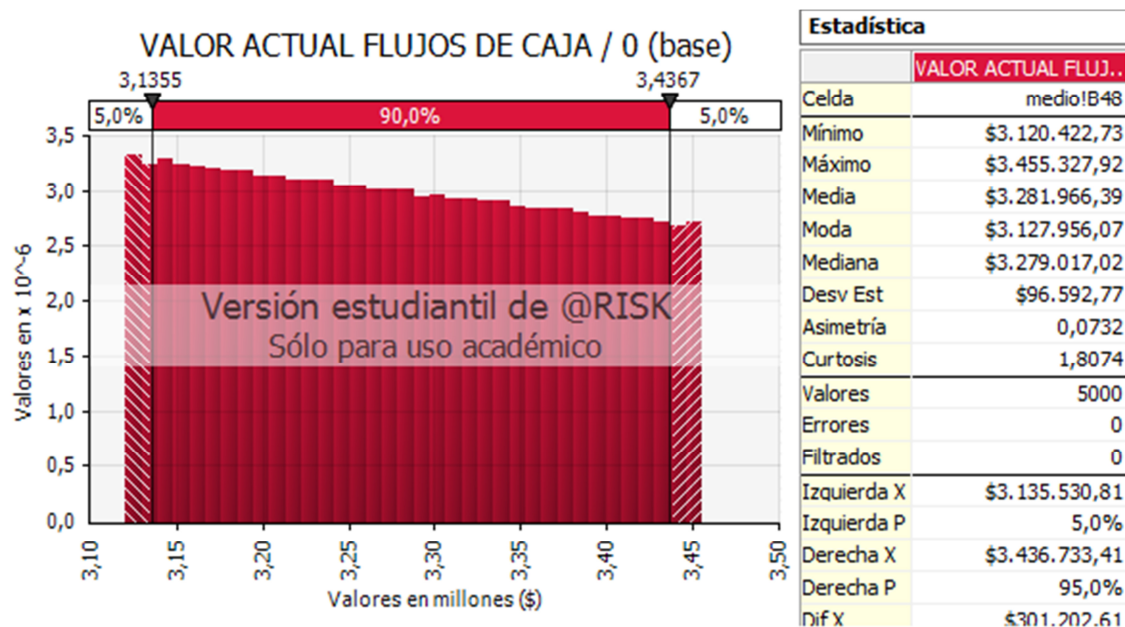


Gráfico # 21 y 22, Elaborado por el autor.

3.3.2. PEOR ESCENARIO

3.3.2.1. Con Construcción (Anexo 10)

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 2.874.238
VAN	\$ 1.230.578
TIR	18%

Tabla # 17, Elaborado por el Autor

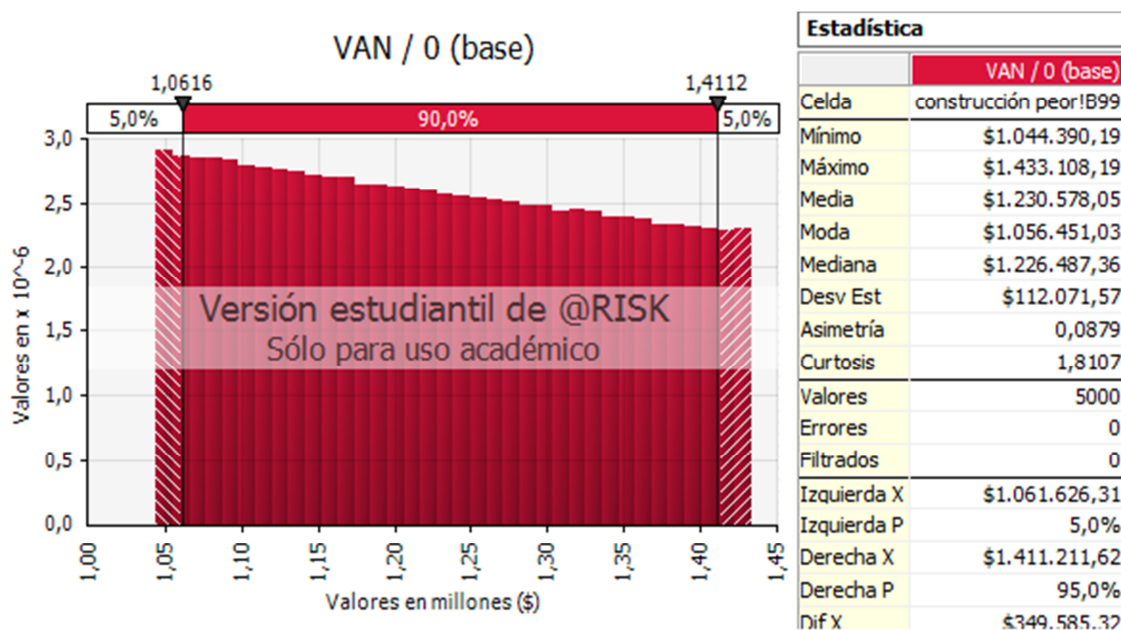


Gráfico # 23, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$1.433.108 y el mínimo: \$1.044.390, con una desviación estándar de: \$112.071.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

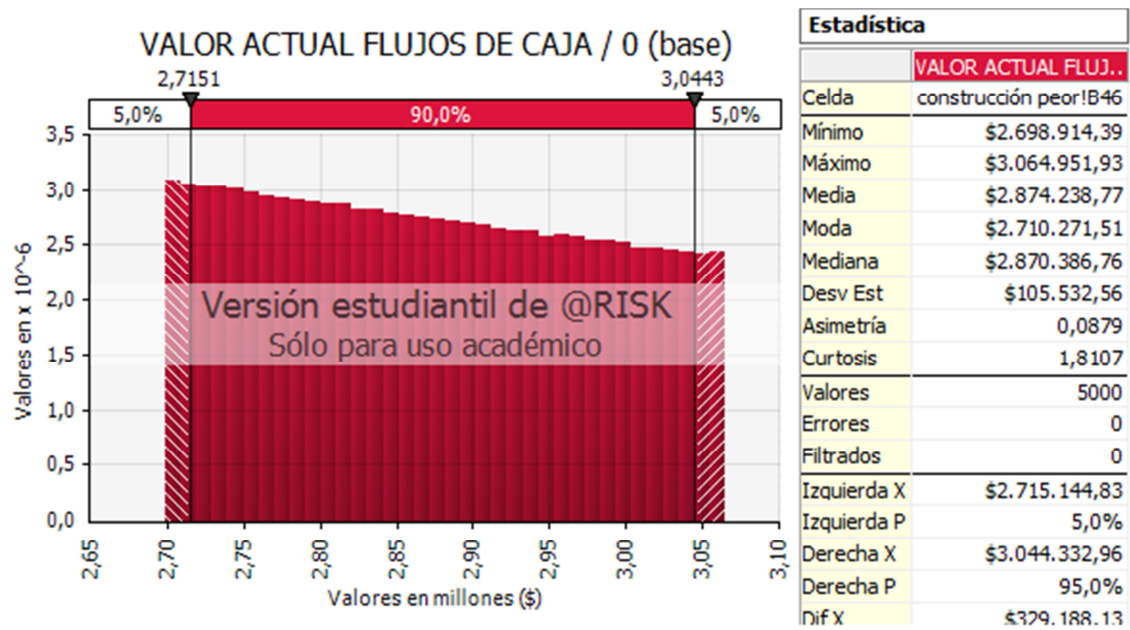


Gráfico # 24, Elaborado por el Autor

3.3.2.2. Venta de Solares (Anexo 11)

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 2.457.563
VAN	\$ 546.563
TIR	5,5%

Tabla # 18, Elaborado por el Autor

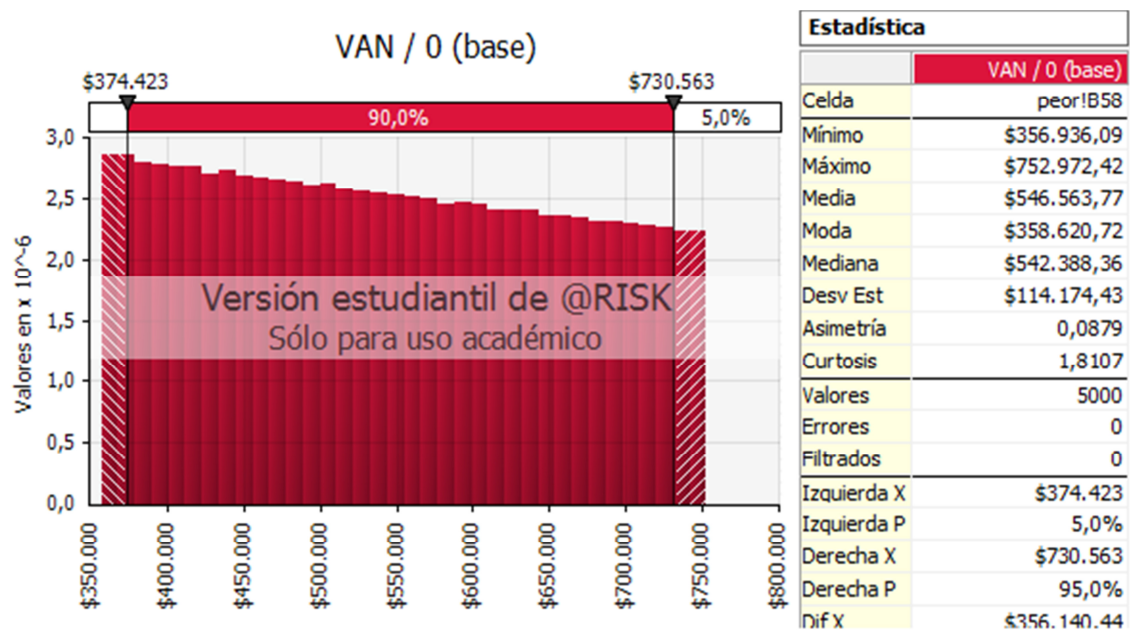


Gráfico # 24, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$752.972 y el mínimo: \$356.936, con una desviación estándar de: \$114.174.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

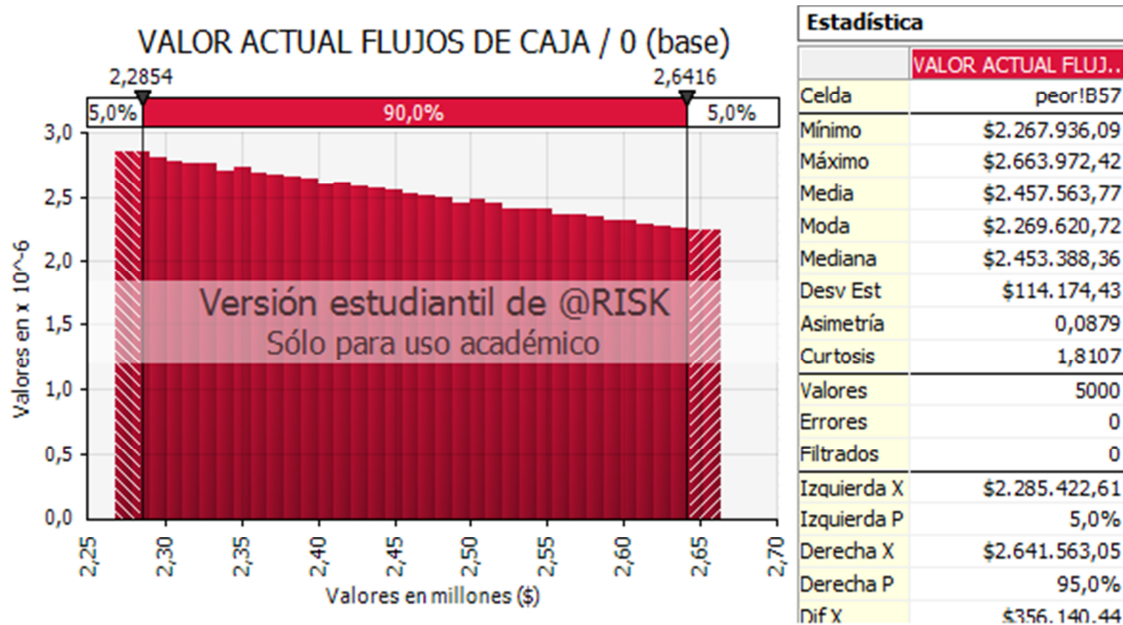


Gráfico # 25, Elaborado por el Autor

3.3.3. MEJOR ESCENARIO

3.3.3.1. Con Construcción (Anexo 12)

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 3.586.594,03
VAN	\$ 1.675.594
TIR	8,5%

Tabla # 19, Elaborado por el Autor

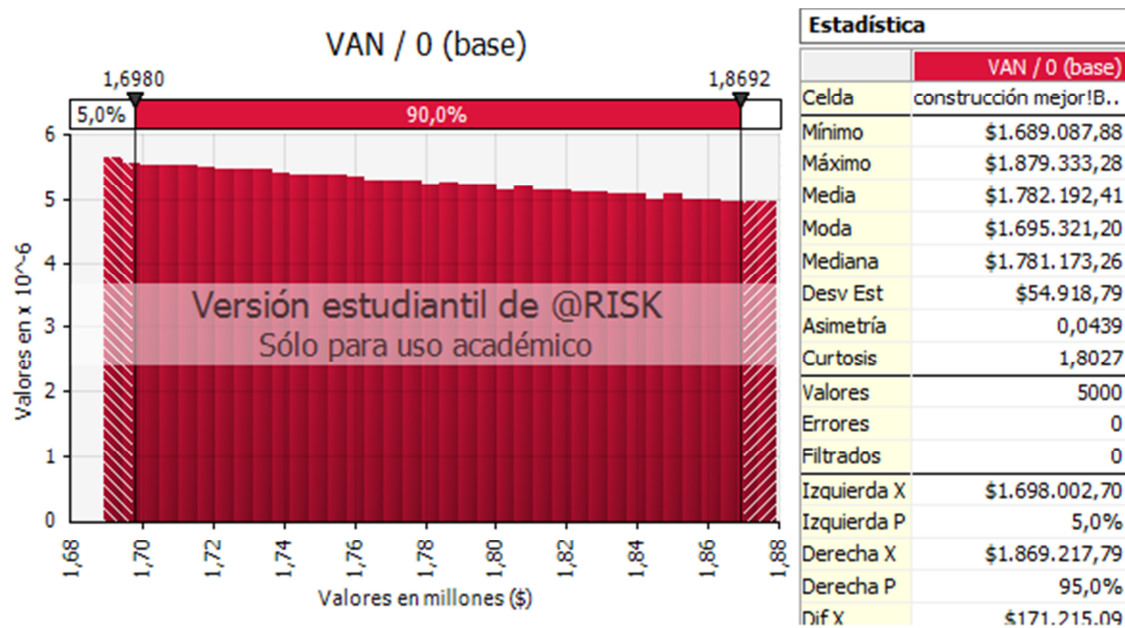


Gráfico # 26, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$1.772.735 y el mínimo: \$1.582.490, con una desviación estándar de: \$54.918.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

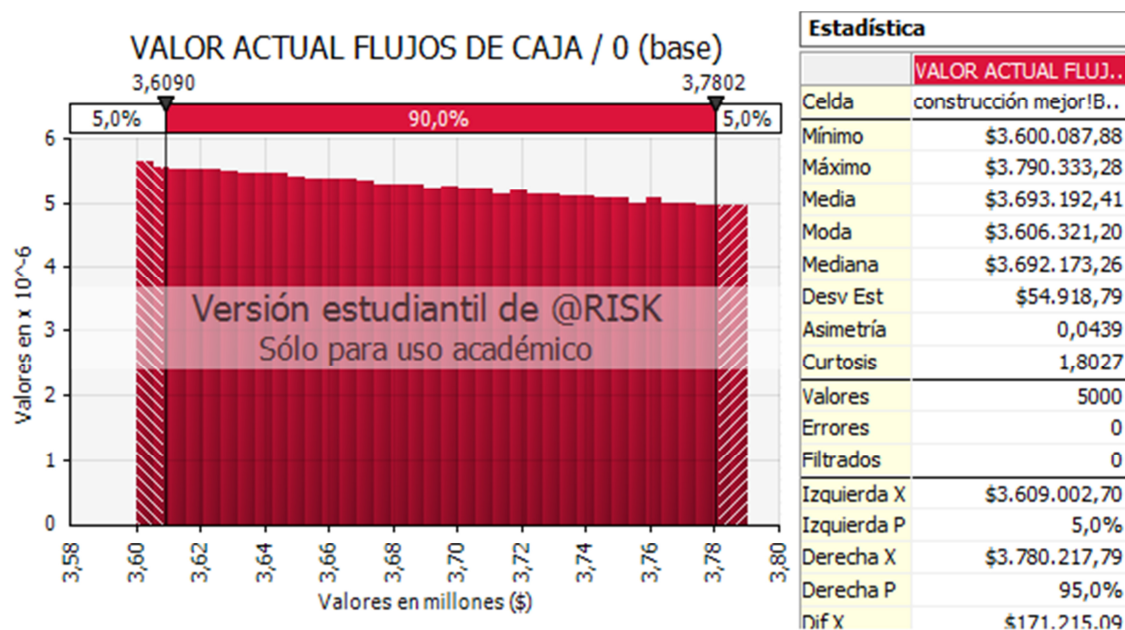


Gráfico # 27, Elaborado por el Autor

3.3.3.2. Venta de solares (Anexo 13)

TASA DE DESCUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 2.961.778
VAN	\$ 1.050.778
TIR	13,5%

Tabla # 20, Elaborado por el Autor

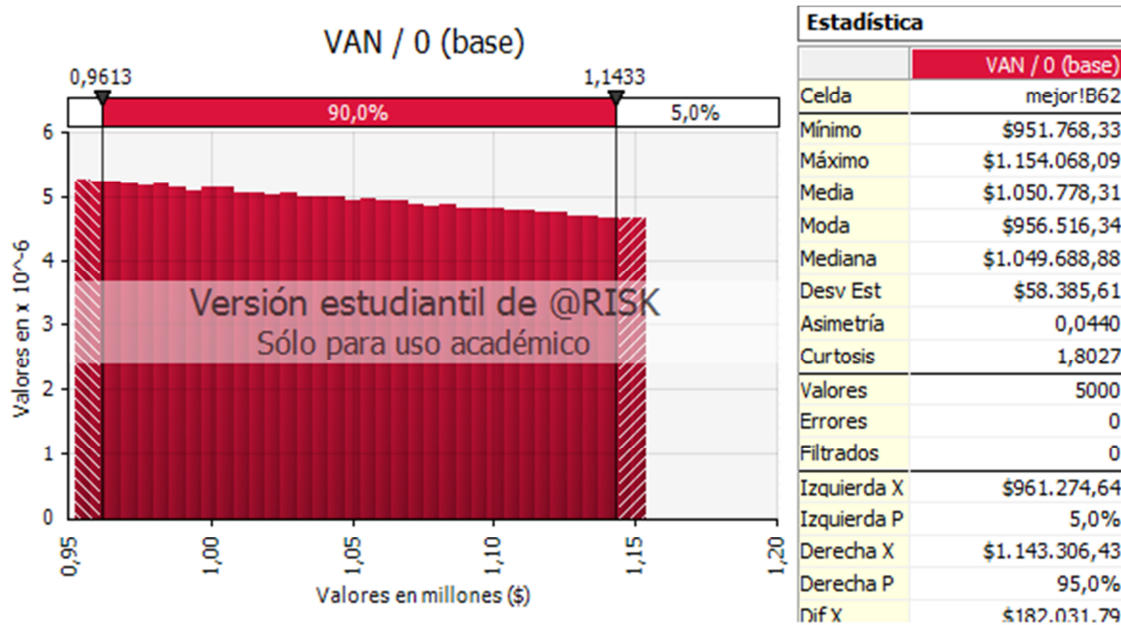


Gráfico # 28, Elaborado por el Autor

El proyecto es viable descontado a una tasa efectiva del 1,5% mensual, otros datos importantes a ver es el valor máximo y mínimo del VAN, el mismo que es: el máximo: \$1.154.068 y el mínimo: \$951.768, con una desviación estándar de: \$58.385.

El mismo procedimiento hacemos con el valor actual de los flujos de caja, el resultado se muestra a continuación:

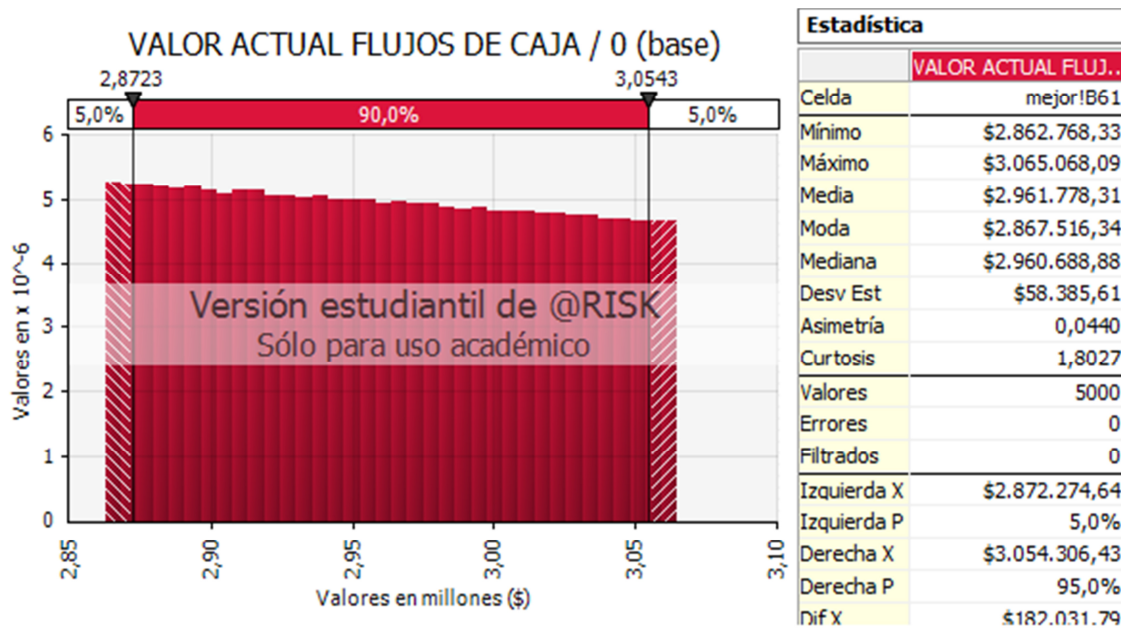


Gráfico # 29, Elaborado por el Autor

Hasta aquí, el cálculo de la variabilidad del VAN y del Valor actual de los flujos de caja, pero ¿Qué tan viable será si aplicamos opciones reales para realizar el proyecto?, esta pregunta la contestaremos a continuación.

3.4 OPCIÓN DE DIFERIMIENTO

A veces es mejor esperar mucho antes de invertir, incluso con un VAN grande. Al adquirir el terreno en vista linda, se podría utilizar para construir 38 viviendas, vender en lotes, o construir torres de departamentos. En estos casos hay varias opciones de inversión pero se puede ejercer solo una.

Ahora la pregunta es ¿Cuál ejerzo? O ¿Cuándo ejerzo?

La respuesta a estas preguntas es el desarrollo de la opción de un terreno. Se asumen usos mutuamente excluyentes. Ahora analizaremos el caso de que pasaría si ejerzo la opción de espera hasta cumplir con el punto de equilibrio del proyecto. Una vez cumplido con las ventas que alcancen el punto de equilibrio comienza la etapa de construcción de viviendas. (Anexo 9).

3.4.1. Punto de equilibrio Escenario Medio (Anexo 14)	
Ventas	6949335,603
CV	2718400
Margen de contribución	4230935,603
Costos fijos	323000
Utilidad neta	3907935,603
CF/MC	0,076342452
VENTAS EQUILIBRIO	530529,3227

Tabla # 21, Elaborado por el Autor

Los resultados de la opción de diferimiento se muestran a continuación, al igual que el cálculo anterior, se utiliza la tasa del 1,5% efectivo mensual para descontar los flujos de caja

TASA DE DECUENTO	1,50%
Tasa efectiva anual	19,56%
VALOR ACTUAL FLUJOS DE CAJA	\$ 2.688.670,02
VAN	\$ 1.669.778
TIR	3,71%

Tabla # 22, Elaborado por el Autor

A continuación se visualiza el grafico de la distribución de VAN Total, es decir incluida la opción de diferimiento.

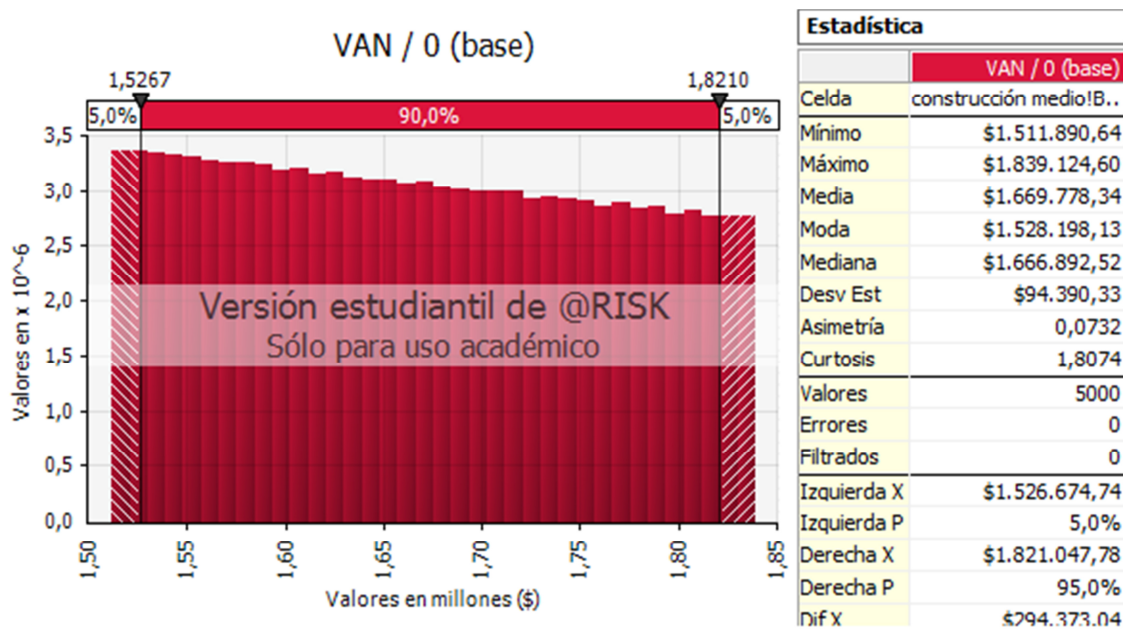


Gráfico # 22, Elaborado por el Autor

Como se puede observar en la figura anterior, el media del VAN es \$1.669.778, teniendo un valor mínimo \$1.511.890 y un máximo de \$1.839.124. Su desviación estándar es \$94.390.

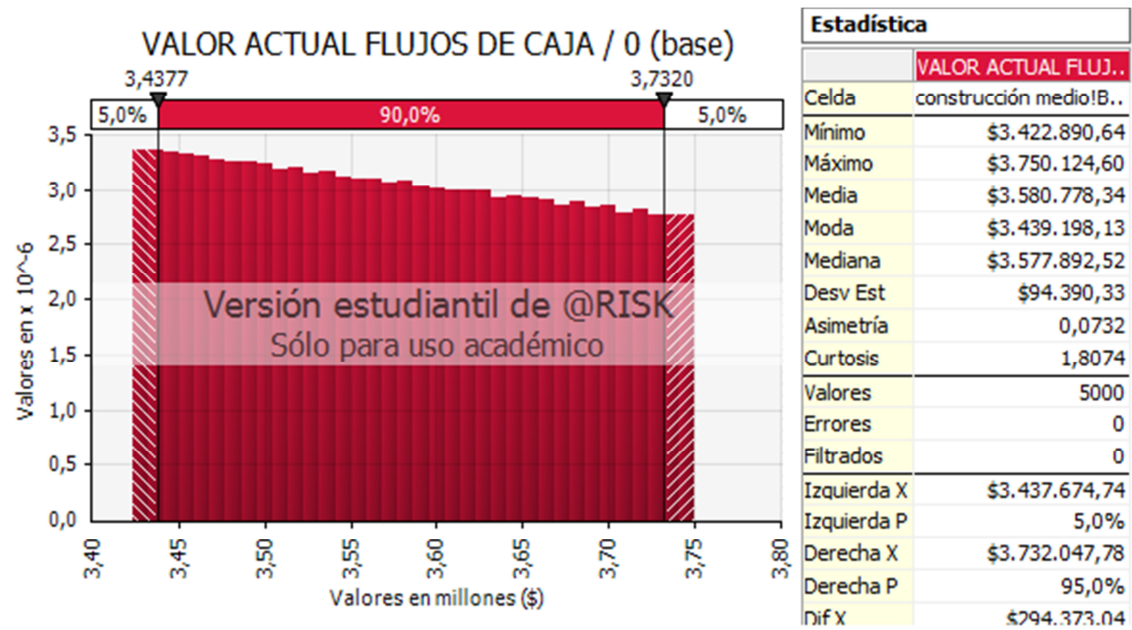
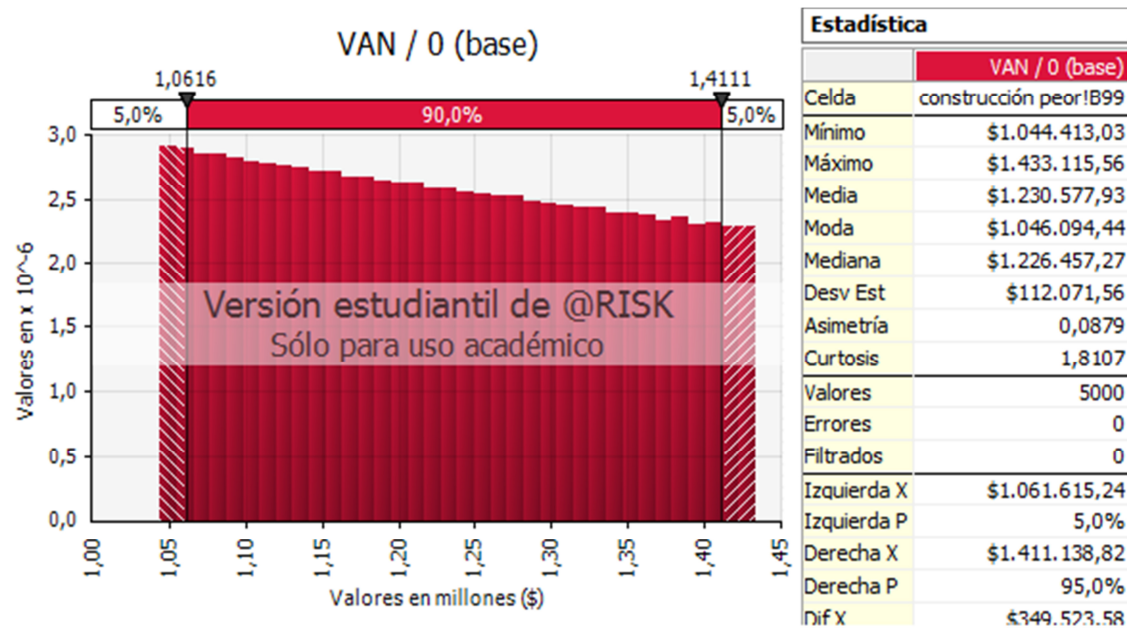


Gráfico # 30, Elaborado por el Autor.

3.4.2. Punto de equilibrio Escenario bajo (Anexo 15)	
Ventas	6168291,718
CV	2582480
Margen de contribución	3585811,718
Costos fijos	323000
Utilidad neta	3262811,718
CF/MC	0,090077234
VENTAS EQUILIBRIO	\$555.622,6544

Tabla # 23, Elaborado por el Autor



Al aplicar la opción de diferimiento, en el escenario bajo, el valor máximo del VAN es \$1.433.115, el valor mínimo es \$1.044.413, siendo viable el proyecto.

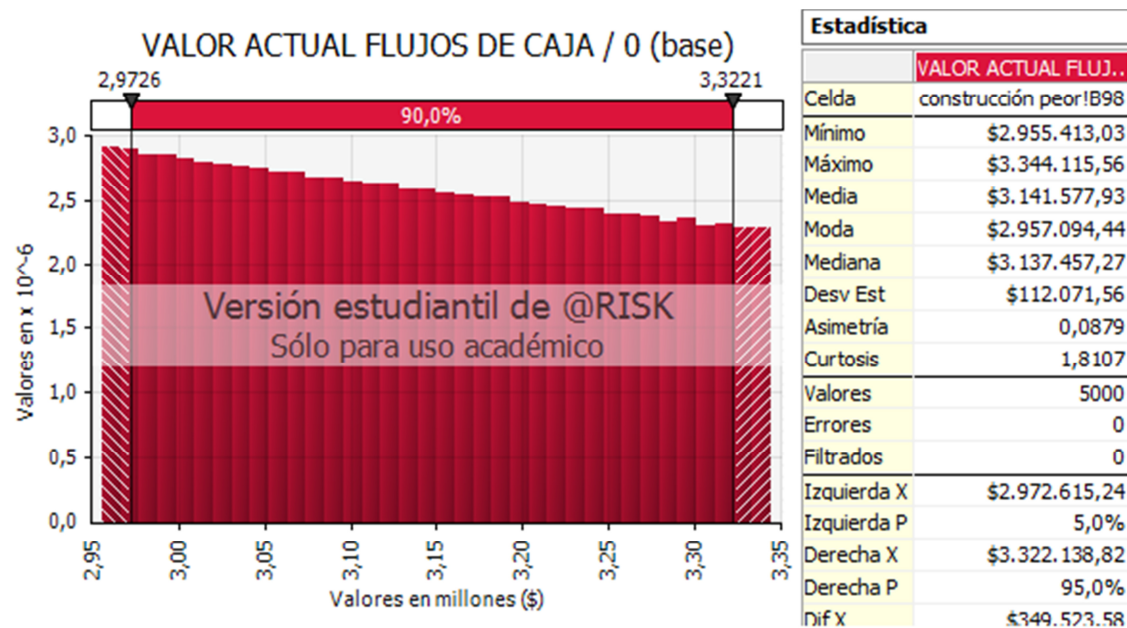


Gráfico # 31, Elaborado por el Autor

3.4.3. Punto de equilibrio Escenario alto (Anexo 16)	
Ventas	6168291,718
CV	2582480
Margen de contribución	3585811,718
Costos fijos	323000
Utilidad neta	3262811,718
CF/MC	0,090077234
VENTAS EQUILIBRIO	\$555.622,6544

Tabla # 24, Elaborado por el Autor

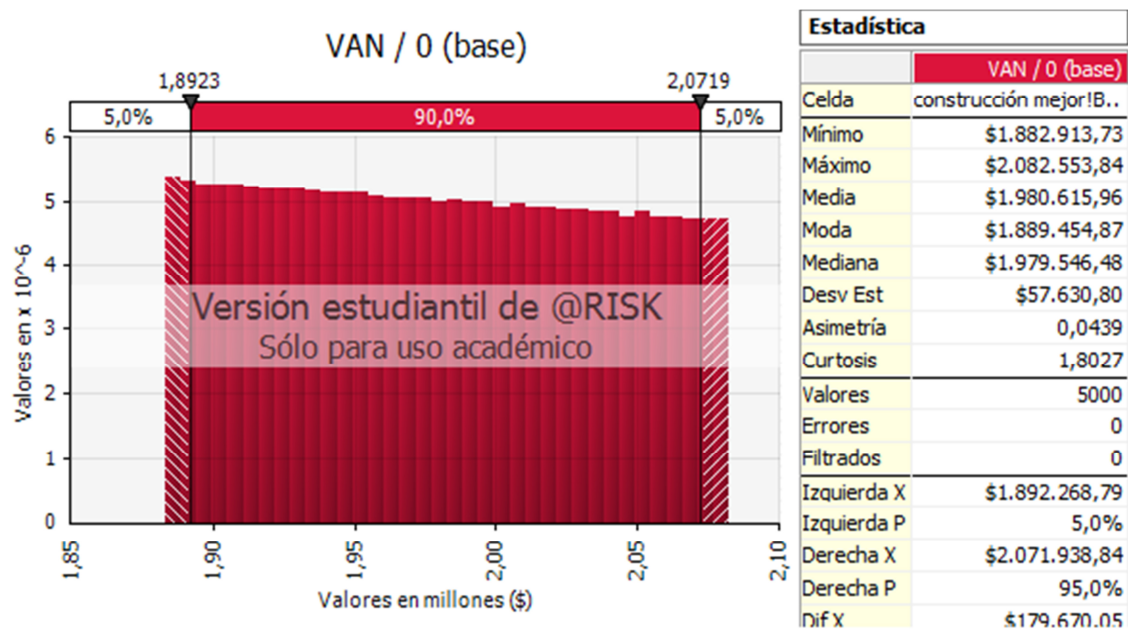


Gráfico # 32, Elaborado por el Autor

En el escenario alto, el valor máximo del VAN es \$1.971.087, y el valor mínimo es \$1.771.447, con una desviación estándar de \$57.630.

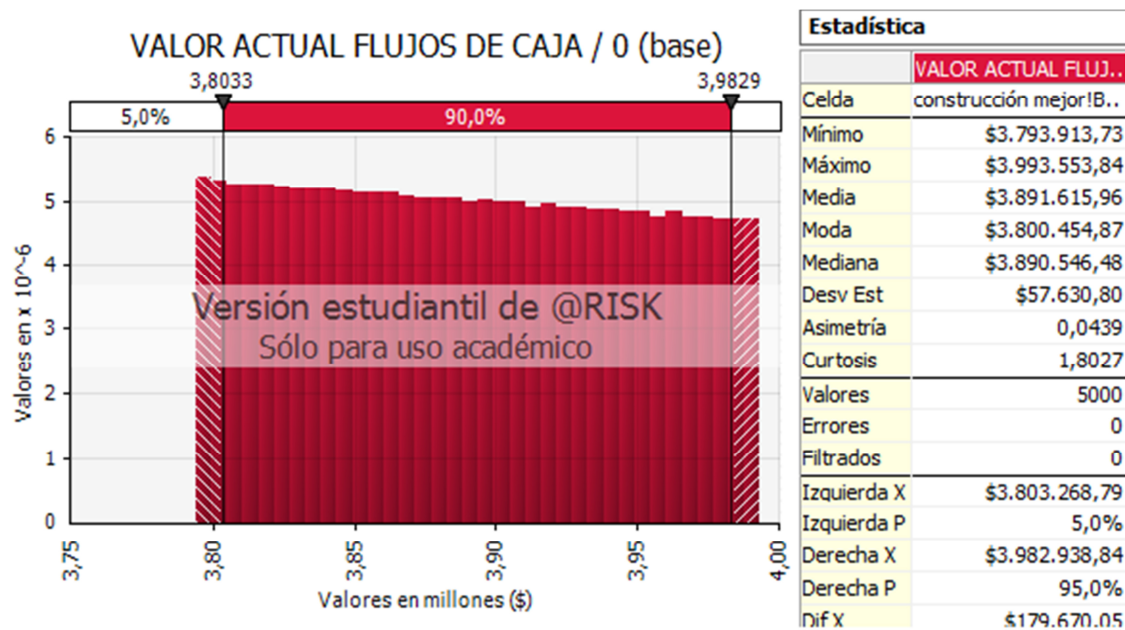


Gráfico # 33, Elaborado por el Autor

En el gráfico anterior se observa la distribución del valor actual de los flujos de caja (activo subyacente), cuya media es \$2.499.233, con un valor mínimo de \$2.207871 y un máximo de \$2.842.689, con una desviación estándar de \$182.203.

En consecuencia:

ESCENARIO MEDIO

	MEDIA	MIN	MAX	DESVIACIÓN
V.A. FLUJOS DE CAJA (BASE)	3.374.597	3.224.617	3.535.462	89.662
V.A. FLUJOS DE CAJA (DIFERIMIENTO)	3.580.778	3.422.890	3.750.124	94.390
V.A. FLUJOS SIN CONSTRUCCIÓN	3.281.966	3.120.422	3.455.327	96.592
VAN SIN DIFERIMIENTO	1.463.597	1.313.617	1.624.462	89.662
VAN TOTAL CON DIFERIMIENTO	1.669.778	1.511.890	1.839.124	94.390
VAN SIN CONSTRUCCIÓN	1.370.966	1.209.422	1.544.327	96.592

Tabla # 25, Elaborado por el Autor

ESCENARIO BAJO

	MEDIA	MIN	MAX	DESVIACIÓN
V.A. FLUJOS DE CAJA (BASE)	2.874.238	2.698.935	3.064.958	105.532
V.A. FLUJOS DE CAJA (DIFERIMIENTO)	3.541.577	2.955.413	3.344.115	112.071
V.A. FLUJOS SIN CONSTRUCCIÓN	2.457.563	2.267.892	2.663.894	114.174
VAN SIN DIFERIMIENTO	963.238	787.935	1.153.958	105.532
VAN TOTAL CON DIFERIMIENTO	1.230.577	1.044.413	1.433.115	112.071
VAN SIN CONSTRUCCIÓN	546.563	356.892	752.894	114.174

Tabla # 26, Elaborado por el Autor

ESCENARIO ALTO

	MEDIA	MIN	MAX	DESVIACIÓN
V.A. FLUJOS DE CAJA (BASE)	3.586.594	3.493.490	3.683.735	54.918
V.A. FLUJOS DE CAJA (DIFERIMIENTO)	3.780.149	3.682.447	3.882.087	57.630
V.A. FLUJOS SIN CONSTRUCCIÓN	2.961.778	2.862.768	3.065.068	58.385
VAN SIN DIFERIMIENTO	1.675.594	1.582.490	1.772.735	54.918
VAN TOTAL CON DIFERIMIENTO	1.869.149	1.771.447	1.971.087	57.630
VAN SIN CONSTRUCCIÓN	1.050.778	951.768	1.154.068	58.385

Tabla # 27, Elaborado por el Autor

Se puede observar claramente que la utilización de la opción de diferimiento en el escenario medio, el VAN del proyecto crece en \$206.181, en el escenario bajo crece en \$267.339 y en el escenario alto \$193.555, por lo tanto la utilización de la opción hace mucho más rentable el proyecto a una tasa efectiva de descuento del 1,5% mensual.

Podemos ver que a medida que el VAN del proyecto se aproxime a 0, la opción real es mucho más útil, es decir, a medida que el proyecto sea menos viable, o estamos en los peores escenarios de proyección, la opción proporciona mayor utilidad que en caso de escenarios altos.

Como hemos mencionado en el párrafo anterior, la teoría dice que es mucho más útil la opción de diferimiento cuando el VAN es cercano a cero, pero se ha demostrado que siempre la aplicación de opción no necesariamente pasa eso, pues el esperar puede hacer que el proyecto sea más rentable pero para hacerse con la opción, es necesario tener la propiedad del predio.

3.5 OPCIÓN DE ABANDONO Y EXPANSIÓN DE ESCALA PRODUCTIVA (Anexo 17)

El valor de la opción de expansión es importante, si una opción genera beneficios, cuando más rápido y de manera más fácil se expande un negocio, mejor. En nuestro caso, de cumplir con las metas de ventas y flujos de caja proyectados del proyecto inmobiliario, es posible que se expanda el proyecto pagando una cantidad adicional, esta cantidad adicional es el valor de los costos variables del proyecto, es decir, el costo de construcción. Sin embargo supongamos que hay malas noticias y los flujos de caja son inferiores a los previstos, en este caso es útil tener la opción de abandono o rescate y poder evitar pérdidas. En nuestro caso se evitaría pagar el costo de la construcción y se vendería el proyecto en lotes.

Para la valorización de esta opción, se utilizó el modelo binomial y la aplicación de árboles binomiales.

Para la aplicación de este método se utilizó las formulas expuestas en el capítulo 2 de la presente tesis para sacar el valor al alza y a la baja, así como sus probabilidades de ocurrencia. Los cálculos se presentan a continuación:

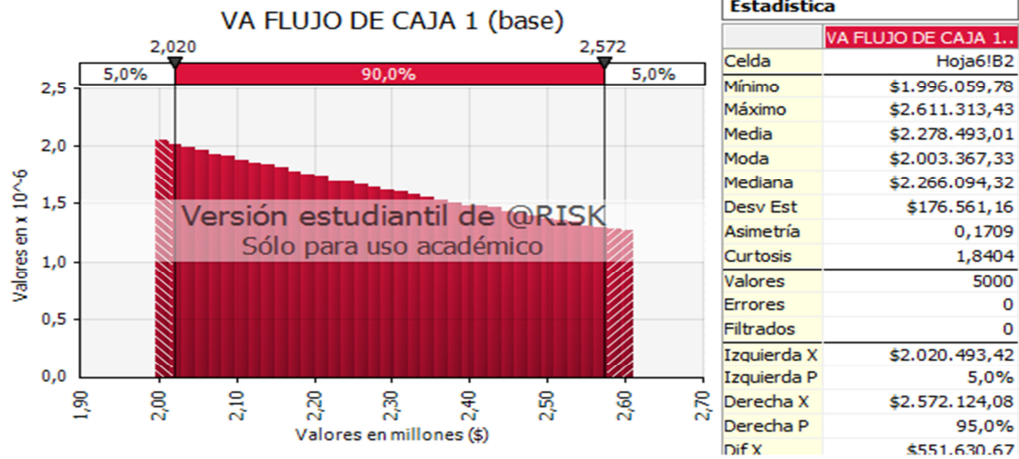


Gráfico # 34, Elaborado por el Autor

Como vimos anteriormente, el primer paso es estimar el valor del activo subyacente, en nuestro caso esto se visualiza en la siguiente tabla, y este valor va a depender de las fuentes de incertidumbre de ingresos y egresos.

Se necesita saber también variabilidad del activo subyacente, utilizando la fórmula:

$$Variabilidad = \frac{Desvi. estándar}{Media} = \frac{89662}{3.374.597} = 0,026569691$$

$$1 + cambio al alza = u = e^{\sigma\sqrt{\Delta t}} = e^{0,026569691\sqrt{0,0833333}} = 1,007699499$$

$$1 + cambio a la baja = d = \frac{1}{u} = \frac{1}{1,0085322} = 0,99235933$$

Mientras que las probabilidades en caso de que pase u es 49,65% y d = 50,35%.

VA FLUJO DE CAJA	\$ 3.301.944,13
R	4%
r mensual	0,33333333%
MEDIA	3374597
DESVIACIÓN ESTANDAR	89662
VARIACIÓN (%)	0,026569691
variación t	0,083333333
U	1,00769691
D	0,99236188
P	49,65%
1-p	50,35%

Tabla # 28, Elaborado por el Autor

Veamos el Anexo 17, en donde se desarrolla el árbol binomial aplicando los conceptos y fórmulas desarrolladas anteriormente. En el anexo 10 se desarrolla el árbol de los valores actuales de los flujos de caja.

Para poder aplicar la opción de diferimiento y expansión en proyectos inmobiliarios es necesario dividir el proyecto en etapas de avance de la obra. En caso de que la construcción y la venta sean rentables y sobrepasen las expectativas de los inversionistas, se tomará la opción de expansión, y se continuará con la siguiente etapa, caso contrario se suspenderá la obra, se ahorraran los costos variables y se venderá el proyecto en lotes.

Como se puede visualizar en el Anexo 17, dado que el proyecto es muy rentable, solo existe la opción de diferimiento (que aumenta la rentabilidad del proyecto hasta ver que es lo que pasa con el mercado, cumpliendo el punto de equilibrio), y la opción de expansión en donde se realiza el proyecto por etapas y se ve si está hiendo bien, si es así se invierte una cantidad adicional correspondiente a los costos variables del proyecto, de tal manera que permitirá obtener una mayor rentabilidad. La opción de abandono no existe, ya que el proyecto es muy rentable, por lo tanto, en base a las encuestas y a los gustos de los compradores, podemos decir que no existe opción de abandono.

En caso de existir una opción de abandono, al igual que la opción de expansión, el proyecto se desarrollará por etapas, esperando lo que pase con el comportamiento del mercado, en caso de que no vaya bien financieramente hablando, los directivos del proyecto, acogerán la opción de abandono, dejando el proyecto como está, suspendiendo la construcción y vendiendo solo lotes.

CAPITULO 4

CONCLUSIONES

Cuando se evalúa un proyecto mediante el método del valor presente neto, se deja de lado la flexibilidad que existe en el proyecto inmobiliario sin tomar en cuenta la variabilidad de los flujos de caja debido a cambios en las variables de entrada del modelo, en nuestro caso el precio del metro cuadrado de la tierra, costo de la construcción y gustos de los compradores por determinado solar o vivienda.

El VAN infravalora el proyecto ya que no tiene en cuenta la flexibilidad en la toma de decisiones a lo largo de la vida del proyecto, el VAN considera que una vez puesto en marcha el proceso de inversión es irreversible, en ningún caso habrá estados de mercado desfavorable o más favorables que lo previsto para continuación del proyecto, por lo tanto, el flujo de caja actualizado utilizado para la valoración asume de manera implícita, que la empresa proseguirá con el proyecto sin tomar en cuenta otras acciones. Pero esto en la vida real no pasa, los directivos del proyecto poseen flexibilidad, y mientras más flexible sea es mucho mejor, esta flexibilidad es mucho más útil cuando el proyecto.

En el caso de la valoración de proyectos inmobiliarios con opciones reales, es imperativo ser poseedor del terreno, pues poseyéndolo tendrá la opción realizar inversión: posponerla, ampliarla (en caso de mejoras de las condiciones del mercado) o abandonar la inversión evitando así pérdidas (en caso de empeoramiento de las condiciones del mercado y demanda de las viviendas).

No cabe duda que el análisis de opciones reales es el mejor método para valorar activos con alta volatilidad, ya que nos da una visión más amplia de los posibles resultados y como consecuencia tomar mejores decisiones de inversiones para agregar valor a la empresa que la desarrolla.

Al momento de realizar una inversión inmobiliaria se presentan diferentes tipos de opciones:

La opción de hacer inversiones continuadas: A menudo se habla de valor estratégico, cuando nos hacemos cargo de proyectos con VAN negativo. Un estudio detallado de los resultados finales revela las opciones de compra de los proyectos continuados, y dice que las inversiones de hoy pueden generar oportunidades el mañana.

La opción de esperar y aprender: es equivalente a tener una opción de compra de un proyecto de inversión. La opción se ejerce cuando la empresa se compromete con el proyecto, pero muchas veces es mejor diferir un proyecto aunque tenga un VAN positivo para mantener la opción. Diferir el más rentable cuando existen flujos de caja con gran incertidumbre.

La opción de abandonar el proyecto proporciona un seguro parcial contra el fracaso. Es una opción de venta, el precio del ejercicio de venta es el valor de los activos del proyecto si se vendieran o cambiaran a un uso más rentable.

La opción de variar los productos finales o métodos de producción de una empresa. A menudo las empresas construyen instalaciones de producción flexibles, para poder utilizar materias primas más económicas, o fabricar el mejor juego de productos. En este caso, adquieren de manera efectiva la opción de sustituir un activo por otro.

Esto sería, importante para empresas que fabrican productos para diferentes mercados y no saben cómo responderá la demanda de sus productos a variaciones de cultura, calidad de vida, hábitos de consumo, etc. En estos casos es mejor enviar el producto parcialmente montado y luego personalizarlo en su punto de venta, si bien es cierto esto subiría los costos, pero también se ahorraría debido a tener el producto justo para de la demanda.

Pero hay que hacer un aviso oportuno: las opciones reales que se encuentran en la práctica son a menudo muy complejas. Cada opción real conlleva sus problemas y decisiones.

No hay que precipitarse en decir que el método de opciones reales puede sustituir el flujo de caja actualizado, en primer lugar el FCA funciona bien tanto para flujos de caja seguros, como para o para activos o negocios cuyo valor depende de las proyecciones financieras en el tiempo. En segundo lugar en la mayoría de los análisis de opciones reales (como vimos en la presente tesis), el punto de partida está en el valor del activo subyacente y su volatilidad, y para encontrarlo, se tiene que aplicar el flujo de caja actualizado.

Al aplicar el análisis de opciones reales surgieron algunos retos prácticos, que mencionaremos a continuación.

En la realidad existe falta de tiempo para el análisis completo, por lo tanto, hay veces que una estimación aproximada ahora es mejor que una “perfecta en un futuro”, en especial si dicha aproximación proviene de un modelo complicado que para los demás directivos puede parecer una caja negra. Nos referimos a una caja negra al algo que utilizamos, aceptamos pero no entendemos. Pero en la realidad los directivos no descansan hasta que no entienden la forma en que funciona el proyecto y que podría fallar.

Existe falta de estructura, para cuantificar el valor de una opción real, se tienen que especificar los posibles resultados que dependen del rango de los posibles valores del activo subyacente, de los precios del ejercicio, por lo tanto es necesario tener una estadística sobre la evolución de las variables de entrada que afectan los flujos de caja del proyecto, dichas estadísticas muchas veces no están disponibles o no existen, en este sentido, la aplicación se hace mucho más complicada. En nuestro caso gracias a estadísticas privadas hemos podido encontrar de mejor manera como se comparta el movimiento del activo subyacente.

Otro problema se presenta cuando: Los competidores tienen opciones reales. Industrias donde los productos están estandarizados y los competidores no pueden cambiar la demanda ni los precios, no supone un riesgo, pero si se enfrentan a pocos competidores importantes y todos ellos poseen opciones reales, las opciones pueden interactuar, en este caso no se puede valorar estas opciones sin pensar en los movimientos de la competencia, el análisis de la interacciones de la competencia nos llevaría al análisis de otras ramas de la economía como la teoría de los juegos, pero suponer que la competencia es pasiva puede ser peligroso. Considere el valor temporal de la opción, a menudo un análisis de opciones simplificado le mostraría que debería esperar antes de lanzar su inversión en un mercado nuevo. Pero hay que tener cuidado de no esperar durante demasiado tiempo para ver que la competencia ha reaccionado antes.

Pero según H. Smith y L. Trigeorgis, en su libro, *Investment, Real Options and Games*, nos dicen que ser el primero en invertir en un mercado nuevo no siempre es la mejor estrategia, a veces los que no se precipitan son los que ganan. Por lo tanto, tenemos que saber el momento adecuado para invertir en un proyecto o en un mercado nuevo.

Las opciones nos muestran el valor de la flexibilidad, el flujo de caja actualizado asume de manera implícita que el proyecto seguirá sin tomar otras acciones. Al fin de todo se podría decir el análisis del descuento de flujos no refleja el valor de la gestión. Todo directivo de empresas inmobiliarias, de petróleo, de metales posee opciones reales y no deben ser pasivos, ellos pueden tomar decisiones para capitalizar las ganancias o mitigar las pérdidas.

Por lo tanto se ha cumplido con los objetivos planteados a inicios de la presente tesis.

Se ha aplicado, validado la teoría de opciones reales al caso ecuatoriano, concretamente a un proyecto inmobiliario desarrollado a desarrollar en la ciudad de Cuenca. Y nos hemos dado cuenta que es muy viable la aplicación de este método para la valoración de proyectos inmobiliarios, y sobre todo, cuando el valor del activo subyacente (flujos de caja) movido por el comportamiento de las variables de entrada son altamente volátiles. En el caso de la presente tesis el precio del metro cuadrado del terreno.

Los métodos que se han aplicado han sido una combinación de simulación Montecarlo y arboles binomiales, los cuales a nuestro parecer se aplican bien analizando y valorando activos físicos.

Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada en el capítulo 1 de la presente tesis que dice: “El método de opciones reales es un complemento del método de descuento de flujos de caja tradicional. El mismo que no se debe utilizar en entornos altamente volátiles pues tiende a infravalorar el proyecto. Las opciones reales sirven para entornos altamente volátiles y toma en cuenta esa volatilidad y flexibilidad a la hora de valorarlos”.

ANEXOS

ANEXO 1

PIB (MILES DE DOLARES)					
Año	PIB Total	PIB Construcción	Participación	Tasa de Crecimiento PIB	Tasa de crecimiento PIB construcción
2000	18.318.601	906.170	4,95%		
2001	24.468.324	1.416.427	5,79%	0,335709206	0,563091914
2002	28.548.945	1.731.878	6,07%	0,166771578	0,222708971
2003	32.432.859	1.896.306	5,85%	0,136044046	0,094942022
2004	36.591.661	2.415.654	6,60%	0,128228042	0,27387352
2005	41.507.085	2.925.666	7,05%	0,134331809	0,211127918
2006	46.802.044	3.638.976	7,78%	0,127567595	0,243811153
2007	51.007.777	4.016.663	7,87%	0,089862165	0,103789363
2008	61.762.635	5.394.324	8,73%	0,210847416	0,342986454
2009	62.519.686	5.927.782	9,48%	0,012257427	0,098892465
2010	69.555.367	6.501.177	9,35%	0,11253545	0,096730109
2011	79.779.823	8.347.098	10,46%	0,14699737	0,283936432
2012	87.498.589	9.833.017	11,24%	0,096750854	0,17801624
2013	93.746.409	10.714.721	11,43%	0,071404809	0,089667698

ANEXO 2

INDICE DE PRECIOS A LA CONSTRUCCIÓN

BASE ABRIL 2000=100

AÑO	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
2000	84,59	99,50	99,89	101,57	104,03	113,17	113,28	114,30	114,53	114,80	114,94	115,76
2001	123,37	124,27	122,17	123,60	124,17	125,97	124,64	124,80	124,50	123,04	122,89	123,27
2002	125,64	126,46	126,71	127,07	127,18	127,38	127,43	127,71	128,65	129,12	128,30	129,21
2003	132,14	135,67	136,71	136,29	136,43	136,28	136,60	136,95	137,00	137,16	137,28	138,00
2004	141,53	144,85	149,13	152,82	157,37	158,80	158,89	159,83	160,29	162,58	162,73	162,21
2005	163,07	163,93	166,19	167,95	167,24	167,26	167,85	168,73	171,34	173,35	169,16	169,49
2006	171,82	172,52	174,20	177,51	182,34	184,65	186,25	186,25	184,58	184,69	185,35	185,68
2007	185,98	186,83	188,19	190,12	191,23	192,11	191,69	191,63	191,73	191,68	192,47	192,94
2008	195,82	200,86	203,34	211,13	215,22	222,42	227,71	229,54	228,67	227,31	222,16	216,86
2009	214,44	211,60	211,09	210,96	210,79	212,07	211,81	211,70	212,52	213,09	213,08	213,36
2010	214,39	214,93	215,82	216,35	216,86	216,82	216,36	216,95	217,43	216,85	216,99	217,52
2011	219,40	223,00	224,84	225,54	226,02	227,72	229,69	231,95	232,00	231,94	232,03	232,48
2012	234,80	236,07	235,99	236,29	236,33	236,43	236,22	236,51	237,34	238,34	238,62	238,66
2013	239,00	240,33	241,14	240,39	238,49	236,3	236,14	236,11	236,06	236,08	236,02	236,18
2014	235,60	236,51	237,41	237,19	236,66							

ANEXO 3

IPCO POR TIPO DE VIVIENDA		
	Multifamiliar	Unifamiliar
ene-06	163,59	184,63
feb-06	165,25	184,79
mar-06	167,44	184,48
abr-06	167,65	184,3
may-06	168,91	185,15
jun-06	169,83	185,65
jul-06	170,45	185,8
ago-06	170,86	186,07
sep-06	171,19	186,1
oct-06	171,88	186,35
nov-06	171,95	186,42
dic-06	172,04	186,45
ene-07	172,71	186,74
feb-07	172,8	186,87
mar-07	174,05	188,04
abr-07	174,09	188,04
may-07	174,18	188,04
jun-07	175,02	190,04
jul-07	175,3	191,12
ago-07	175,78	192,37
sep-07	176,52	194,28
oct-07	177,23	193,94
nov-07	178,21	194,3
dic-07	179,15	195,05
ene-08	183,19	195,8
feb-08	187,14	198,77
mar-08	191,54	202,28
abr-08	193,92	204,58
may-08	197,2	204,63
jun-08	199,03	208,79
jul-08	200,29	209,6
ago-08	202,3	210,34
sep-08	204,67	212,2
oct-08	206,11	217,08
nov-08	204,34	217,15
dic-08	202,12	217,15
ene-09	201,22	217,76
feb-09	200,81	217,92
mar-09	201,31	219,59
abr-09	200,61	218,95

may-09	200,78	219,4
jun-09	200,87	219,53
jul-09	200,98	219,53
ago-09	201,25	219,77
sep-09	201,25	220,12
oct-09	201,56	220,99
nov-09	202	221,18
dic-09	202,13	221,32
ene-10	202,52	222,73
feb-10	203,85	224,7
mar-10	206,16	230,35
abr-10	206,77	230,36
may-10	207,77	230,61
jun-10	207,77	230,61
jul-10	208,5	230,62
ago-10	208,75	230,77
sep-10	208,82	231,29
oct-10	208,9	231,37
nov-10	209,58	232,32
dic-10	210,4	232,32
ene-11	209,1	232,94
feb-11	210	233,51
mar-11	210,84	233,51
abr-11	211,53	233,75
may-11	212,26	233,75
jun-11	213,15	233,76
jul-11	215,35	234,52
ago-11	215,6	235,09
sep-11	216,87	236,76
oct-11	216,95	236,79
nov-11	216,95	236,79
dic-11	217	236,84
ene-12	221,05	242,19
feb-12	221,49	242,68
mar-12	223,55	244,25
abr-12	223,75	244,62
may-12	224,13	244,74
jun-12	224,44	244,73
jul-12	224,33	244,4
ago-12	224,63	244,46
sep-12	225	244,64
oct-12	225,14	245,06
nov-12	225,54	245,72
dic-12	225,81	246,19

ene-13	231,63	252,34
feb-13	233,23	255,05
mar-13	234,03	256,53
abr-13	235,09	258,23
may-13	234,32	256,10
jun-13	234,47	256,32
jul-13	236,70	255,19
ago-13	236,30	254,52
sep-13	240,99	254,52
oct-13	238,15	254,52
nov-13	237,40	255,59
dic-13	237,49	255,76
ene-14	238,19	261,62
feb-14	239,03	262,54
mar-14	240,53	265,11
abr-14	241,74	271,22
may-14	241,73	271,21
jun-14	241,80	271,83
jul-14	242,04	271,83

ANEXO 4

TASA DE INTERES VIVIENDA	
ene-10	11,11
feb-10	11,05
mar-10	10,94
abr-10	10,87
may-10	10,77
jun-10	10,74
jul-10	10,56
ago-10	10,64
sep-10	10,64
oct-10	10,62
nov-10	10,62
dic-10	10,38
ene-11	10,47
feb-11	10,47
mar-11	10,55
abr-11	10,56
may-11	10,56
jun-11	10,38
jul-11	10,38
ago-11	10,38
sep-11	10,38
oct-11	10,64
nov-11	10,64
dic-11	10,64
ene-12	10,64
feb-12	10,64
mar-12	10,64
abr-12	10,64
may-12	10,64
jun-12	10,64
jul-12	10,64
ago-12	10,64
sep-12	10,64
oct-12	10,64
nov-12	10,64
dic-12	10,64
ene-13	10,64
feb-13	10,64
mar-13	10,64
abr-13	10,64
may-13	10,64
jun-13	10,64
jul-13	10,64
ago-13	10,64

sep-13	10,64
oct-13	10,64
nov-13	10,64
dic-13	10,64
ene-14	10,64
feb-14	10,64
mar-14	10,64
abr-14	10,64
may-14	10,92
jun-14	10,89
jul-14	10,81

ANEXO 5

VOLUMEN DE CRÉDITO VIVIENDA	
MILLONES DE DOLARES	
ene-10	40,00
feb-10	41,47
mar-10	58,55
abr-10	54,66
may-10	53,40
jun-10	62,73
jul-10	59,14
ago-10	56,85
sep-10	58,68
oct-10	63,97
nov-10	53,78
dic-10	68,26
ene-11	50,15
feb-11	52,50
mar-11	59,19
abr-11	58,65
may-11	58,65
jun-11	67,20
jul-11	46,42
ago-11	57,35
sep-11	56,74
oct-11	50,71
nov-11	45,98
dic-11	53,34
ene-12	43,43
feb-12	35,51
mar-12	43,25
abr-12	42,39
may-12	44,90
jun-12	53,79
jul-12	52,05
ago-12	56,14
sep-12	48,94
oct-12	44,63
nov-12	42,36
dic-12	47,43
ene-13	31,01
feb-13	29,35
mar-13	44,13
abr-13	44,07
may-13	37,81
jun-13	50,12
jul-13	47,78
ago-13	49,00
sep-13	50,48
oct-13	53,38
nov-13	57,27
dic-13	53,78

ene-14	42,12
feb-14	46,47
mar-14	46,34
abr-14	50,76
may-14	55,60

ANEXO 6



RESUMEN / ÁREAS	
Área Tipo	712.50
Área Libre	712.50
Área de Afectación	442.00
Área Total del Terreno	1167.30
Porcentaje	61.98%
	38.02%
	100%

CUADRO DE ÁREAS Y CLAVES CATASTRALES / LOTE	
LOTE N°	CLAVE Catastral
01	11010402000000000000
02	11010402000000000000
03	11010402000000000000
04	11010402000000000000
05	11010402000000000000
06	11010402000000000000
07	11010402000000000000
08	11010402000000000000
09	11010402000000000000
10	11010402000000000000
11	11010402000000000000
12	11010402000000000000
13	11010402000000000000
14	11010402000000000000
15	11010402000000000000
16	11010402000000000000
17	11010402000000000000
18	11010402000000000000
19	11010402000000000000
20	11010402000000000000
21	11010402000000000000
22	11010402000000000000
23	11010402000000000000
24	11010402000000000000
25	11010402000000000000
26	11010402000000000000
27	11010402000000000000
28	11010402000000000000
29	11010402000000000000
30	11010402000000000000
31	11010402000000000000
32	11010402000000000000
33	11010402000000000000
34	11010402000000000000
35	11010402000000000000
36	11010402000000000000
37	11010402000000000000
38	11010402000000000000

UNIVERSIDAD DE CUENCA
FACULTAD DE CCAA

ANEXO 8

FLUJO DE CAJA ESCENARIO MEDIO CON CONSTRUCCIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión Inicial	-1911000															
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	-50000	-153400	-264400	-404900	-566300	-551540	-367260	-195360	-126120	-39120
Obras			50000	100000	100000	50000										
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000										
Gastos municipales		1000	1000	500	500											
Egreso por construcción							500000	784000	718000	296000	290000	130400				
Flujo de la construcción							50000	153400	264400	404900	566300	551540	367260	195360	126120	39120
Ingresos							382149,549	849961,569	1227290,56	1269450,54	1300278,774	993807,281	570814,779	300882,61	144114,756	32684,9695
Ventas							1273831,83	1983984,01	1919091,31	780230,377	787448,169	326849,695				
terreno							586331,829	905984,009	931841,3135	373230,3766	388698,169	147549,694 5				
precio del m2							465,897361	465,897361	465,8973619	465,8973619	465,8973619	465,897361 9				
cantidad lotes							7	11	10	4	4	2				
metraje total Terreno							1258,5	1944,6	2000,1	801,1	834,3	316,7				
Ingreso por construcción							687500	1078000	987250	407000	398750	179300				
FLUJO DE CAJA	-1911000	-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	332149,549	696561,569	962890,562	864550,544	733978,7737	442267,281	203554,779	105522,61	17994,7558	-6435,03055

ANEXO 9

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Inversión Inicial	-1911000										
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000					
Obras			50000	100000	100000	50000					
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000					
Gastos municipales		1000	1000	500	500						
Flujo de construcción											
Ingresos		163367,9562	361343,6972	536836,0611	554282,7463	573464,5805	439875,4158	255482,3	134272,839	63508,1842	13703,7827
Ventas		544559,8541	841439,088	865454,2424	346640,3648	361006,1869	137037,8274				
terreno											
precio del m2		432,7054859	432,7054859	432,7054859	432,7054859	432,7054859	432,7054859				
cantidad lotes		7	11	10	4	4	2				
metraje total Terreno		1258,5	1944,6	2000,1	801,1	834,3	316,7				
Ingreso por construcción											

FLUJO DE CAJA	-1911000	168367,956	416343,697	641336,061	658782,746	627464,581	439875,416	255482,3	134272,839	63508,1842	13703,7827
---------------	----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	----------	------------	------------	------------

ANEXO 10

FLUJO DE CAJA PEOR ESCENARIO

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Inversión Inicial	-1911000																	
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	-28800	-93200	-167800	-293800	-426000	-458500	-424500	-338057,87	-216060	-152160	-80520	-39120
Obras			50000	100000	100000	50000												
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000												
Gastos municipales		1000	1000	500	500													
Egreso por construcción							288000	500000	496000	580000	282000	304000	138000	130400				
Flujo de la construcción							28800	93200	167800	293800	426000	458500	424500	338057,88	216060	152160	80520	39120
Ingresos							197616,5	477363,2	699657,4	1011323,6	1002757,1	980663,86	771938,13	575071,822	337993,68	196689,97	90266,752	29457,879
Ventas							658721,6	1152063	1125001	1413887,9	662314,68	750722,33	313509,92	294578,799				
terreno							298721,6	527063	505001,6	688887,92	309814,68	370722,33	141009,92	131578,799				
precio del m2							415,4682	415,4682	415,4682	415,46826	415,46826	415,46826	415,46826	415,468264	415,46826			
cantidad lotes							4	7	7	8	4	4	2	2				
metraje total Terreno							719	1268,6	1215,5	1658,1	745,7	892,3	339,4	316,7				
Ingreso por construcción							360000	625000	620000	725000	352500	380000	172500	163000				
FLUJO DE CAJA	-1911000	-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	168816,5	384163,2	531857,4	717523,65	576757,10	522163,86	347438,13	237013,942	121933,68	44529,978	9746,7527	-9662,120

ANEXO 11

FLUJO DE CAJA PEOR ESCENARIO SIN CONSTRUCCIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial	-1911000												
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000							
Obras			50000	100000	100000	50000							
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000							
Gastos municipales		1000	1000	500	500								
Flujo de construcción													
Ingresos		87390,841	212452,52	308793,12	461080,88	455408,78	453123,73	357581,28	265899,90	155678,86	89315,303	39412,985	12831,098
Ventas		291302,80	513973,20	492459,74	671779,10	302120,30	361515,28	137507,88	128310,98	0	0		
terreno													
precio del m2		405,14993	405,14993	405,14993	405,14993	405,14993	405,14993	405,14993	405,14993				
cantidad lotes		4	7	7	8	4	4	2	2				
metraje total Terreno		719	1268,6	1215,5	1658,1	745,7	892,3	339,4	316,7				
Ingreso por construcción													

FLUJO DE CAJA	-1911000	82390,841	157452,52	204293,12	356580,88	401408,78	453123,74	357581,28	265899,90	155678,86	89315,303	39412,985	12831,098
---------------	----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ANEXO 12

FLUJO DE CAJA ESCENARIO ALTO CON CONSTRUCCIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Inversión Inicial	-1911000														
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	-78800	-190200	-297200	-487900	-627440	-504060	-343560	-150120	-39120
Obras			50000	100000	100000	50000									
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000									
Gastos municipales		1000	1000	500	500										
Egreso por construcción							788000	720000	710000	370000	130400				
Flujo de la construcción							78800	190200	297200	487900	627440	504060	343560	150120	39120
Ingresos							600864,00	949843,694	1369323,37	1468213,77	1271258,87	853465,41	469519,88	168748,01	34416,2212
Ventas							2002880,	1830892,3	2008563,01	999155,692	344162,212				
terreno							919380,01	840892,301	1032313,00	490405,691	164862,211				
precio del m2							475,10723	475,107238	475,107238	475,107238	475,107238				
cantidad lotes							11	10	10	5	2				
metraje total Terreno							1935,1	1769,9	2172,8	1032,2	347				
Ingreso por construcción							1083500	990000	976250	508750	179300				
FLUJO DE CAJA	-1911000	-5000	-55000	-104500	-104500	-54000	522064,0	759643,694	1072123,37	980313,773	643818,865	349405,41	125959,88	18628,011	-4703,7788

ANEXO 13

FLUJO DE CAJA ESCENARIO ALTO SIN CONSTRUCCIÓN

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Inversión Inicial	-1911000									
Egresos		-5000	-55000	-104500	-104500	-54000				
Obras			50000	100000	100000	50000				
Publicidad		4000	4000	4000	4000	4000				
Gastos municipales		1000	1000	500	500					
Flujo de construcción										
Ingresos		287318,7174	476551,6394	648457,1631	708813,946	609046,487	403011,3854	219040,287	80295,8192	15260,2532
Ventas		957729,0582	950019,426	889691,5541	497753,1279	152602,5321				0
Terreno										
precio del m2		481,8520116	481,8520116	481,8520116	481,8520116	481,8520116				
cantidad lotes		11	10	10	5	2				
metraje total Terreno		1987,6	1971,6	1846,4	1033	316,7				
Ingreso por construcción										
FLUJO DE CAJA	-1911000	282318,717	421551,639	543957,163	604313,946	555046,487	403011,385	219040,287	80295,8192	15260,2532

ANEXO 14

FLUJO DE CAJA ESCENARIO MEDIO - OPCION DE DIFERIMIENTO													
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Inversión Inicial	-1911000												
Egresos		-5000	-55000	-154500	-257900	-318400	-404900	-566300	-551540	-367260	-195360	-126120	-39120
Obras			-50000	-100000	-100000	-50000							
Publicidad		-4000	-4000	-4000	-4000	-4000							
Gastos municipales		-1000	-1000	-500	-500								
Egreso por construcción													
Flujo de la construcción				-50000	-153400	-264400	-404900	-566300	-551540	-367260	-195360	-126120	-39120
Ingresos		361655,773	804397,22	1190040,99	1232045,134	1269046,863	979995,8149	568532,719	299683,237	143547,478	32562,5623		
Ventas-descuentos		1205519,24	1877644,57	1911360,76	777134,0594	784223,5311	325625,623						
Ventas		1268967,62	1976467,97	1911360,76	777134,0594	784223,5311	325625,623						
Descuentos	5%	63448,3812	98823,3986	0	0	0	0						
Terreno		581467,624	898467,971	924110,763	370134,0594	385473,5311	146325,623						
precio del m2		462,03228	462,03228	462,03228	462,0322798	462,0322798	462,0322798						
cantidad lotes		7	11	10	4	4	2						
metraje total Terreno		1258,5	1944,6	2000,1	801,1	834,3	316,7						
Ingreso por construcción		687500	1078000	987250	407000	398750	179300						
FLUJO DE CAJA	-1911000	356655,773	749397,22	1035540,99	974145,1335	950646,8626	575095,8149	2232,71898	-251856,763	-223712,522	-162797,4377	-126120	-39120
			p. equilibrio										

ANEXO 15

FLUJO DE CAJA PEOR ESCENARIO - OPCION DE DIFERIEMIENTO																
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Inversión Inicial	-1911000															
Egresos		-5000	-55000	-104500	-133300	-147200	-167800	-293800	-426000	-458500	-424500	-338925,944	-216060	-152160	-80520	-39120
Obras			-50000	-100000	-100000	-50000										
Publicidad		-4000	-4000	-4000	-4000	-4000										
Gastos municipales		-1000	-1000	-500	-500											
Egreso por construcción																
Flujo de la construcción					-28800	-93200	-167800	-293800	-426000	-458500	-424500	-338925,9	-216060	-152160	-80520	-39120
Ingresos		193352,33	467149,51	701895,63	1023864,5	1018306,4	1005384,9	796129,63	593060,78	348525,84	202732,441	92933,165	30325,944			
Ventas-descuentos		644507,77	1127493,2	1158318,1	1459335,9	682754,07	775179,98	322812,77	303259,44							
Ventas		678429,23	1186834,9	1158318,1	1459335,9	682754,07	775179,98	322812,77	303259,44							
descuentos	5%	33921,461	59341,747	57915,906	0	0	0									
terreno		318429,23	561834,94	538318,13	734335,90	330254,07	395179,98	150312,77	140259,44	0	0	0	0	0		
precio del m2		442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,87793	442,877936	442,87793	442,87793	442,877		
cantidad lotes		4	7	7	8	4	4	2	2							
metraje total Terreno		719	1268,6	1215,5	1658,1	745,7	892,3	339,4	316,7							
Ingreso por construcción		360000	625000	620000	725000	352500	380000	172500	163000							
FLUJO DE CAJA	-1911000	188352,33	412149,51	597395,63	890564,59	871106,44	837584,93	502329,63	167060,78	109974,15	-221767,559	-245992,7	-185734,0	-152160	-80520	-39120

ANEXO 16

FLUJO DE CAJA MEJOR ESCENARIO - OPCION DE DIFERIMIENTO												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Inversión Inicial	-1911000											
Egresos		-5000	-55000	-183300	-294700	-351200	-487900	-627440	-504060	-343560	-150120	-39120
Obras			-50000	-100000	-100000	-50000						
Publicidad		-4000	-4000	-4000	-4000	-4000						
Gastos municipales		-1000	-1000	-500	-500							
Egreso por construcción												
Flujo de la construcción				-78800	-190200	-297200	-487900	-627440	-504060	-343560	-150120	-39120
Ingresos		576645,2786	911561,7284	1345304,252	1445170,292	1256297,587	853589,2891	474727,7622	170571,0655	34782,69072	0	
Ventas-descuentos		1922150,929	1757105,142	2031510,127	1010056,84	347826,9072	0					
Ventas		2023316,767	1849584,36	2031510,127	1010056,84	347826,9072	0					
Descuentos	5%	101165,8383	92479,21802	0	0	0	0					
Terreno		939816,7669	859584,3603	1055260,127	501306,8404	168526,9072	0					
precio del m2		485,6683204	485,6683204	485,6683204	485,6683204	485,6683204	485,6683204					
cantidad lotes		11	10	10	5	2	0					
metraje total Terreno		1935,1	1769,9	2172,8	1032,2	347	0					
Ingreso por construcción		1083500	990000	976250	508750	179300	0					
FLUJO DE CAJA	-1911000	571645,2786	856561,7284	1162004,252	1150470,292	905097,5869	365689,2891	-152712,2378	-333488,9345	-308777,3093	-150120	-39120

ANEXO 17

ARBOL DE VALORES ACTUALES

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07	3.583.816,69	3.611.401,01	3.639.197,64	3.667.208,21	3.695.434,39	3.723.877,81	3.752.540,16	3.781.423,13	3.810.528,40	3.839.857,70
	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07	3.583.816,69	3.611.401,01	3.639.197,64	3.667.208,21	3.695.434,39	3.723.877,81	3.752.540,16	3.781.423,13
		\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
		3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07	3.583.816,69	3.611.401,01	3.639.197,64	3.667.208,21	3.695.434,39	3.723.877,81
			\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
			3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07	3.583.816,69	3.611.401,01	3.639.197,64	3.667.208,21
				\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
				3.319.300,11	3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07	3.583.816,69	3.611.401,01
					\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
					3.293.946,89	3.319.300,11	3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48	3.529.278,53	3.556.443,07
						\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
						3.268.787,33	3.293.946,89	3.319.300,11	3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50	3.475.570,33	3.502.321,48
							\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
							3.243.819,94	3.268.787,33	3.293.946,89	3.319.300,11	3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61	3.422.679,45	3.449.023,50
								\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
								3.219.043,25	3.243.819,94	3.268.787,33	3.293.946,89	3.319.300,11	3.344.848,46	3.370.593,46	3.396.536,61
									\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
									3.194.455,82	3.219.043,25	3.243.819,94	3.268.787,33	3.293.946,89	3.319.300,11	3.344.848,46
										\$	\$	\$	\$	\$	\$
										3.170.056,18	3.194.455,82	3.219.043,25	3.243.819,94	3.268.787,33	3.293.946,89
											\$	\$	\$	\$	\$
											3.145.842,91	3.170.056,18	3.194.455,82	3.219.043,25	3.243.819,94
												\$	\$	\$	\$
												3.121.814,58	3.145.842,91	3.170.056,18	3.194.455,82
													\$	\$	\$
													3.097.969,79	3.121.814,58	3.145.842,91
														\$	\$
														3.074.307,12	3.097.969,79
															\$
															3.050.825,20

