



**Universidad Nacional Autónoma de México**  
**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

# **T e s i s**

**Propuesta de evaluación financiera de proyectos de  
inversión: hacia un modelo contingente**

**Que para obtener el grado de:**

**Maestro en Finanzas**

**Presenta: Máximo Jorge Saavedra García**

**Tutor : Dra. María Hortensia Lacayo Ojeda**

**México, D.F.**

**Febrero de 2006**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



**Universidad Nacional Autónoma de México**

**Programa de Posgrado en Ciencias de la Administración**

**Facultad de Contaduría y Administración**

**Facultad de Química**

**Instituto de Investigaciones Sociales**

**Instituto de Investigaciones Jurídicas**

# **T e s i s**

**Propuesta de evaluación financiera de proyectos de inversión: hacia un modelo contingente**

**Que para obtener el grado de:**

**Maestro en Finanzas**

**Presenta: Máximo Jorge Saavedra García**

**Tutor :Dra. María Hortensia Lacayo Ojeda**

**Asesor de apoyo :Dra. María Luisa Saavedra García**

**México, D.F.**

**Febrero de 2006**

## ÍNDICE

Introducción	1
Capítulo I. Marco teórico: aspectos conceptuales acerca de proyectos de inversión	7
1.1 Evaluación financiera de proyectos de inversión	7
1.1.1 Definición de proyecto de inversión	7
1.1.2 Clasificación de proyectos de inversión	7
1.1.3 Formulación y evaluación de proyectos de inversión	9
1.2 Métodos tradicionales de evaluación financiera de proyectos de inversión	13
1.2.1 Métodos de evaluación financiera que no consideran el valor del dinero en el tiempo	14
1.2.1.1 Período de recuperación de la inversión	14
1.2.1.2 Período recuperación descontado	16
1.2.1.3 Tasa de rendimiento contable promedio (TRCP)	18
1.2.2 Métodos de evaluación financiera que consideran el valor del dinero en el tiempo	19
1.2.2.1 El valor presente neto	20
1.2.2.2 La tasa interna de rendimiento (TIR)	22
1.2.2.3 Valor terminal neto	24
1.2.2.4 Índice de rentabilidad (IR)	25
1.3 El valor presente neto como el mejor modelo de evaluación	26
Capítulo II. La valuación de opciones financieras	27
2.1 Las opciones financieras	27
2.1.1 Antecedentes de las opciones financieras	28
2.1.2 Definición de las opciones financieras	28
2.1.3 Vencimiento de las opciones	29
2.2 Tipos de opciones	29
2.2.1 Opciones de compra ( <i>call options</i> )	29

2.2.2 Opciones de venta ( <i>put options</i> )	32
2.3 Valor intrínseco de las opciones	34
2.4 Valoración de opciones	34
2.5 Las opciones reales	35
2.6 Definición del modelo de valuación de opciones de Black y Scholes	38
2.6.1 Fórmula del modelo de valuación de opciones de Black y Scholes	38
2.6.2 Elementos del modelo de valuación de Black y Scholes	39
Capítulo III. Aplicación de los métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión en México	40
3.1 Aplicación de los métodos de evaluación financiera de proyectos en México	40
3.2 Aplicación de los métodos de evaluación financiera en otros países	43
Capítulo IV. Los proyectos de inversión evaluados con el modelo de opciones reales	45
4.1 El modelo de valoración de opciones de Black y Scholes y el modelo del valor presente neto: una comparación	45
4.2 Analogía entre los elementos de los proyectos de inversión y los elementos del modelo de valoración de opciones	47
4.3 Relación entre los proyectos de inversión y las opciones a través de su valoración	53
4.4 Tipos de opciones reales	54

<b>Capítulo V. Evaluación financiera del proyecto Brasil utilizando el modelo del valor presente neto y el modelo de valuación de opciones de Black y Scholes</b>	<b>57</b>
<b>5.1 La industria automotriz en México: un panorama general</b>	<b>58</b>
<b>5.2 Características macroeconómicas de la industria automotriz en México</b>	<b>58</b>
<b>5.3 Mercado de la industria automotriz y de autopartes en México</b>	<b>61</b>
<b>5.4 Estructura interna del sector autopartes</b>	<b>64</b>
<b>5.5 Descripción de la empresa</b>	<b>69</b>
<b>5.5.1 Actividad principal</b>	<b>69</b>
<b>5.5.2 Canales de distribución y principales clientes</b>	<b>71</b>
<b>5.5.3 Información financiera</b>	<b>71</b>
<b>5.6 El proceso de evaluación y selección de inversiones en la empresa</b>	<b>72</b>
<b>5.7 El proyecto en Brasil</b>	<b>73</b>
<b>5.8 Estructura económica y financiera del proyecto</b>	<b>75</b>
<b>5.9 Estimación de la tasa de descuento</b>	<b>79</b>
<b>5.10 Valor presente neto estático o convencional</b>	<b>80</b>
<b>5.11 Valoración de las opciones reales: hallazgos</b>	<b>81</b>
<b>5.12 Aplicación del modelo de valoración de opciones de Black y Scholes al proyecto Brasil</b>	<b>82</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>97</b>

## **ÍNDICE DE GRÁFICAS**

<b>Gráfica 1 Estructura general de la metodología para formulación y evaluación de proyectos</b>	<b>9</b>
<b>Gráfica 2 La asimetría entre las ganancias superiores y las pérdidas inferiores derivadas de la tenencia de una opción</b>	<b>52</b>
<b>Gráfica 3 Las opciones de crecimiento y el factor tiempo</b>	<b>53</b>
<b>Gráfica 4 Estructura de la industria automotriz</b>	<b>59</b>
<b>Gráfica 5 La industria automotriz en los grandes agregados económicos</b>	<b>59</b>
<b>Gráfica 6 PIB de la industria automotriz por rama de actividad</b>	<b>60</b>
<b>Gráfica 7 Crecimiento comparativos de PIB 1993-1998</b>	<b>60</b>
<b>Gráfica 8 Producción de vehículos automotores en México</b>	<b>61</b>
<b>Gráfica 9 Producción de vehículos en México 2001</b>	<b>62</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1 Tipos de opciones reales</b>	<b>36</b>
<b>Tabla 2 Clasificación de las empresas mexicanas por número de empleados según el sector</b>	<b>40</b>
<b>Tabla 3 Métodos utilizados para medir la generación de valor en México</b>	<b>43</b>
<b>Tabla 4 Métodos de evaluación financiera más utilizados en empresas norteamericanas</b>	<b>44</b>
<b>Tabla 5 Analogía entre los elementos de los proyectos de inversión y los elementos del modelo Black y Scholes</b>	<b>50</b>
<b>Tabla 6 Índice de rentabilidad</b>	<b>66</b>
<b>Tabla 7 Principales empresas de la industria de autopartes</b>	<b>67</b>
<b>Tabla 8 Número de vehículos atendidos por Automex en Brasil e ingresos totales del proyecto clasificados por marca</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 9 Clasificación de los ingresos previstos por tipo de componente</b>	<b>76</b>
<b>Tabla 10 Determinación de coeficiente de variación</b>	<b>83</b>



## **ÍNDICE DE CUADROS**

<b>Cuadro 1 Flujos de efectivo de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>14</b>
<b>Cuadro 2 Período de recuperación de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>15</b>
<b>Cuadro 3 Flujos de efectivo descontados cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>17</b>
<b>Cuadro 4 Período de recuperación descontados de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>17</b>
<b>Cuadro 5 Tasa de rendimiento contable promedio(TCRP) de los proyectos</b>	<b>19</b>
<b>Cuadro 6 Valor presente neto de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>21</b>
<b>Cuadro 7 Tasa interna de rendimiento de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>23</b>
<b>Cuadro 8 Valor terminal neto de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>24</b>
<b>Cuadro 9 Índice de rentabilidad de cuatro proyectos mutuamente excluyentes</b>	<b>25</b>
<b>Cuadro 10 Ventas netas por zona geográfica</b>	<b>70</b>
<b>Cuadro 11 Información financiera seleccionada</b>	<b>72</b>
<b>Cuadro 12 Producción anual de vehículos por países 1992-2001</b>	<b>74</b>
<b>Cuadro 13 Habitantes por vehículo 1991-2000</b>	<b>75</b>
<b>Cuadro 14 Inversión Inicial prevista</b>	<b>77</b>
<b>Cuadro 15 Financiamiento inicial de la inversión</b>	<b>77</b>

<b>Cuadro 16 Determinación de los flujos de efectivo del proyecto</b>	<b>78</b>
<b>Cuadro 17 Cálculo de la tasa de descuento</b>	<b>80</b>
<b>Cuadro 18 Estimación del VPN del proyecto</b>	<b>81</b>
<b>Cuadro 19 Elementos del proyecto de inversión Brasil y                   elementos del modelo Black y Scholes</b>	<b>82</b>
<b>Cuadro 20 Valor presente neto ampliado</b>	<b>85</b>
<b>Cuadro 21 VPN con distintos niveles de volatilidad</b>	<b>86</b>

## Introducción

Los métodos actuales de evaluación financiera de proyectos de inversión no incorporan dentro de sus elementos la flexibilidad necesaria que implica la toma de decisiones en una empresa que opera bajo un entorno cambiante. Por esta razón se hace necesario analizar la viabilidad de aplicar un método que sí considere el efecto contingente en la toma de decisiones y capture el valor estratégico al momento de analizar los proyectos de inversión.

Esta investigación pretende dar a conocer cómo se puede aplicar la metodología de opciones reales a la evaluación financiera de proyectos de inversión en el contexto latinoamericano, transformando las variables del método original de valoración de opciones a las variables para la evaluación de los proyectos de inversión. Esto en función de que otras investigaciones han demostrado que los métodos tradicionales de evaluación financiera de proyectos de inversión al ignorar estos aspectos estarían rechazando proyectos que a la larga sí serían rentables para la empresa, agregando valor a la misma.

En el análisis de los modelos clásicos de valoración de proyectos que abordaremos no se considera, en mayor o menor medida, el efecto de las posibles acciones administrativas futuras, así como tampoco el riesgo y la incertidumbre asociados a los proyectos de inversión. Implícitamente suponen que, una vez que se implementa un proyecto, sus características básicas no pueden modificarse. Por esta razón, se describe estos análisis de evaluación de proyectos como estáticos.

Una buena administración empresarial se caracteriza por su papel activo y por la capacidad de adaptarse ante los cambios del mercado y del entorno. Los directivos en su trabajo diario tienen que decidir si aprovechan o no las muchas oportunidades que se les presentan y que pueden añadir valor a su gestión. Las empresas lejos de ser meros inversionistas pasivos a la espera de una renta pueden y deben actuar sobre los proyectos que desarrollan para aumentar su valor.

Algunas de las decisiones estratégicas más importantes que debe tomar una empresa consisten en definir cuándo se debe de invertir capital en la compra de nuevos equipos, cuándo se debe invertir en el desarrollo de nuevas tecnologías de producción o cuándo y de que manera expandir sus operaciones. Así para poder tomar decisiones correctas, se requiere de información que relacione integralmente el presente y el futuro de la empresa. Es allí donde las técnicas tradicionales de evaluación de proyectos resultan insuficientes.

Cuando evaluamos un proyecto de inversión utilizando el valor presente neto (VPN) realizamos una estimación de los flujos de caja que promete generar en el futuro y procedemos a calcular su valor presente con objeto de poder comparar, en un momento determinado del tiempo (el actual), el valor global de dichos flujos de caja con respecto al desembolso inicial que implica la realización de dicho proyecto. Éste es el criterio de comparación más comúnmente empleado

en las empresas y que, además, es el criterio más acorde al objetivo general de todo directivo: la maximización del valor de la empresa para el accionista, puesto que indica exactamente cuanto aportará el proyecto al valor de la empresa si llega a realizarse.

La conclusión tradicional ha sido que el valor presente neto es el mejor método de evaluación de proyectos de inversión porque se dice que permite a una empresa tomar decisiones de inversión que maximizan la riqueza de sus accionistas.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que cuando se analiza un proyecto de inversión bajo la óptica del criterio del VPN, se está realizando una serie de supuestos que afectan el resultado obtenido. Los principales supuestos son:

1. El análisis del VPN presume un escenario estático en donde la empresa comienza y termina sus proyectos generando ingresos durante un período determinado. Este enfoque no considera ni contingencias futuras ni la flexibilidad que tiene la administración para diferir o abandonar proyectos ante un cambio radical en las condiciones del mercado. Es decir supone erróneamente que todos los proyectos de inversión son una oportunidad del tipo *ahora o nunca*. La metodología del VPN únicamente compara la posibilidad de llevar a cabo los proyectos en el presente con la posibilidad de no llevarlos a cabo. Este supuesto implica ignorar que la administración puede alterarlos, al adaptar su gestión a las condiciones imperantes en el mercado durante toda la vida del proyecto. Esta *flexibilidad crea valor* para el proyecto de inversión, valor que el método del VPN es incapaz de reflejar.

2. El análisis tradicional con el VPN, ignora otro elemento importantísimo: la volatilidad futura estimada de los flujos prometidos por el proyecto, ya que supone que los flujos de efectivo esperados no cambian, y que un proyecto que en determinado momento fue calificado de *ganador o agregador de riqueza* lo seguirá siendo en el futuro, lo que no es necesariamente cierto.

3. La tasa de descuento es conocida y constante, dependiendo únicamente del riesgo del proyecto. Lo que implica suponer que el riesgo es constante, suposición falsa en la mayoría de los casos, puesto que el riesgo depende de la vida que le quede al proyecto y de la rentabilidad actual del mismo a través del efecto del apalancamiento operativo. Por tanto, la tasa de descuento varía con el tiempo y, además, es incierta.

4. El método del VPN establece la regla de decisión de llevar a cabo un proyecto de inversión, única y exclusivamente si el VPN es positivo. Sin embargo esta regla limita las alternativas de acción de la empresa de manera que pueda no llegar a ser apreciada en toda su magnitud. Con su regla de decisión tradicional el método del VPN asume que la empresa desea entrar a todos y cada uno de los proyectos de inversión como un fin en sí mismo y por lo tanto exige que cada uno de ellos sea un ganador o un proyecto agregador de riqueza desde que es iniciado. Esta forma de juzgar un proyecto es razonable pero ignora otras fuentes generadoras de riqueza. Por ejemplo, desde esta perspectiva una compañía jamás seguiría la

estrategia que siguen algunas de mantener en su mezcla de artículos, productos que no sean rentables pero que tienen la función de servir de *anzuelo* para la venta de otros productos donde la compañía si tiene márgenes atractivos.

5. El método de VPN compara los proyectos de inversión en un punto en el tiempo y con base en esa única comparación, toma decisiones que afectarán a la empresa durante períodos muy amplios. Así de acuerdo a la regla de decisión tradicional la empresa debe elegir de entre varios proyectos, aquel que tenga el valor presente neto mayor. Sin embargo esta comparación tan rápida, puede llevar a la empresa a cometer errores muy importantes. Si por ejemplo, se rechaza un proyecto que tiempo después se observa que resulta ser rentable, la empresa ya habrá perdido la oportunidad de invertir en él si sus competidores sí detectaron la oportunidad de invertir en él y levantaron barreras de entrada en el sector o hacen que el acceso al mercado sea muy difícil. Si por el contrario, se acepta un proyecto con VPN positivo pero que a la postre resulta ser un proyecto no rentable entonces la empresa se encuentra *atrapada* con un proyecto al que ya se le destino recursos escasos y valiosos. El punto que se desea enfatizar es que la comparación que hace el método tradicional entre diferentes proyectos de inversión es precipitada, pues no le permite a cada uno de los proyectos de inversión mostrar su verdadero potencial, lo que propicia que la elección que se lleva a cabo no sea necesariamente la correcta.

6. Contra lo que se pudiera pensar el método del VPN, va en contra del axioma de las finanzas de diversificar el riesgo entre varias inversiones, porque incentiva a que la organización destine todos sus recursos disponibles en un sólo proyecto que aparentemente es el mejor por tener el VPN mayor, aunque como ya se había mencionado, después no sean rentables. Al utilizar el valor presente neto, lo que hace la empresa es apostarle al 100% a aquellos proyectos que el VPN señala en un único punto en el tiempo como buenos, cuando éste puede no ser el caso.

El uso de los métodos de evaluación financiera tradicionales demuestran ser inadecuados para incorporar correctamente el valor de la flexibilidad administrativa para adaptarse a nuevas circunstancias. Es decir se presume que el proyecto inicia de inmediato y opera bajo la misma política hasta concluir su vida previamente concebida y definida. Sin embargo, las condiciones actuales del mercado, caracterizadas por cambios, incertidumbre y continuas interacciones competitivas, hacen probable que los flujos de efectivo difieran de lo esperado al inicio del proyecto.

Por esta razón es necesario proponer un modelo de evaluación financiera que contemple todos los elementos suficientes y capaces de incorporar el efecto contingente de los proyectos de inversión en un entorno inestable así como el valor estratégico que poseen ciertas inversiones de capital.

Para este fin haremos la siguiente pregunta principal de investigación:

1. ¿Cuál es el modelo de evaluación financiera de proyectos de inversión que refleja de manera adecuada el valor estratégico de los proyectos de inversión ?

y, las preguntas específicas :

2. ¿Cuál es el modelo de evaluación financiera de proyectos de inversión que contempla el efecto contingente del entorno?

3. ¿Qué modelo contiene una analogía entre sus elementos y los elementos de los proyectos de inversión?

El objetivo general de esta investigación es identificar cuál es el modelo de evaluación financiera de proyectos que refleje de manera adecuada el valor estratégico de los proyectos de inversión y probar el mismo en un proyecto real para demostrar su aplicabilidad.

Y sus objetivos específicos son, en primer lugar, identificar cuál es el modelo para la evaluación financiera de proyectos de inversión que contempla el efecto contingente del entorno y probar el mismo en un proyecto real para demostrar su aplicabilidad y en segundo lugar, identificar que modelo contiene una analogía entre sus elementos y los elementos de los proyectos de inversión para demostrar su aplicabilidad.

Las hipótesis de la investigación se listan a continuación:

Hipótesis general:

H<sub>1</sub>: El modelo de valuación de opciones reales es el modelo que es capaz de reflejar el valor estratégico de los proyectos de inversión.

Hipótesis específicas:

H<sub>2</sub> :El modelo de valuación de opciones reales es el que contempla el efecto contingente del entorno.

H<sub>3</sub>: El modelo de valuación de opciones reales es el que contiene una analogía entre sus elementos y los elementos de los proyectos de inversión.

En este mundo incierto en que vivimos, rodeado de grandes y recurrentes devaluaciones, crisis, riesgos e incertidumbre, los directivos financieros de las empresas se ven envueltos en la interrogante de ¿cómo valorar las oportunidades de negocios que se les presentan? ¿serán buenas o no? ¿se deben tomar o no? La valoración y el valor de los negocios se vuelve cada vez más indispensable, puesto que en este mundo cambiante es muy arriesgado tomar decisiones sin un previo análisis.

Usualmente los estudios de proyectos de inversión que utilizan las herramientas tradicionales de evaluación se desarrollan en un entorno económico estable, es decir, que han probado ser útiles en condiciones de certeza, que no considera el riesgo ni la incertidumbre.

La globalización e internacionalización de los mercados financieros y de la economía en general han alterado la perspectiva desde la cual se visualizan las finanzas y el mundo. La sofisticación de los mercados financieros, con la aparición de los productos derivados y de la denominada *ingeniería financiera*, han creado cientos de nuevos instrumentos y enfoques que, con la evolución del conocimiento y con la aparición de las nuevas teorías, han traído consigo numerosos y sustanciales avances en el mundo de las finanzas. Todo ello obliga a que los directivos financieros tengan que modificar su forma de actuar u operar para la toma de decisiones financieras sólidas, y que el contenido de esta disciplina esté sometido a importantes cambios y avances.

La función financiera está sufriendo un nuevo proceso de transformación, impulsado por sustanciales mejoras en los sistemas de información, la liberalización e integración de los mercados financieros, la gran volatilidad a que están sometidos precios, tasas de interés, tipos de cambio, materias primas y un entorno de los negocios, en general, cada vez más competitivo.

Esta nueva realidad presenta cambios en el manejo de los negocios: la necesidad de manejar sus inversiones estratégicas. Ellos necesitan una base como nunca antes en cuanto al valor de sus operaciones y de las estrategias de los negocios que están creando. Las compañías deben buscar estrategias que les permitan ser competitivas. La óptima creación, diseño e instrumentación de las mismas posibilitan la generación de un valor superior para sobrevivir en este entorno globalizador y continuamente cambiante.

La toma de decisiones sobre la evaluación financiera de proyectos de inversión, que es de por sí compleja, ve acentuada su complejidad en virtud a diversos aspectos y fenómenos que interactúan en su entorno, entre los cuáles se destacan: el alza o variabilidad de las tasas de interés en el mercado, problemas políticos y sociales, así como el riesgo, todos asociados a ellos. Los métodos tradicionales de evaluación de proyectos de inversión fueron diseñados para economías estables, no siendo ésta la situación del mundo en que hoy vivimos, el cuál sufre una continua inestabilidad donde el cambio es más bien lo único seguro.

El estudio de las inversiones de capital es una necesidad y se ha vuelto prioritaria entre los agentes económicos que participan en cualquiera de las etapas de la asignación de recursos para implementar alternativas de inversión.

Así pues, la importancia de la evaluación financiera de proyectos estriba en el hecho que permite determinar que si el proyecto se muestra rentable debe implementarse y si no resulta rentable debe abandonarse, ya que es una metodología que permite asignar los recursos escasos hacia aquellos proyectos que generen beneficios para los inversionistas y para la sociedad en general.

En el capítulo uno abordamos los aspectos conceptuales de los proyectos de inversión, de manera que tengamos un marco teórico de referencia para nuestra investigación, en él incluimos también los métodos tradicionales para la evaluación de proyectos y los métodos que si consideran el valor del dinero a través del tiempo, como el valor presente neto y la tasa interna de rendimiento entre otros.

El capítulo dos esta centrado en las opciones financieras y su valuación a través del modelo de Black y Scholes, también se abordan los aspectos teóricos relevantes de las opciones, sus antecedentes y su aplicación práctica a través de algunos ejemplos.

También es importante el análisis de cuáles son los métodos de valuación de proyectos que son más utilizados en México y otros países por lo que en el capítulo tres, nos dedicamos a investigar estos temas.

En el capítulo cuatro se investiga la teoría acerca de las opciones reales y se presenta una analogía entre los elementos para valorar opciones y los elementos para la evaluación de proyectos de inversión.

El capítulo cinco pretende esbozar un panorama general del sector industrial en donde se desenvuelve la empresa que implementará el proyecto de inversión, las características del mismo, su estructura económica y financiera. En esta parte también realizamos la evaluación del proyecto con la metodología del valor presente neto y luego realizamos una comparación del mismo evaluado con el modelo de valuación de opciones de Black y Scholes.



## **Capítulo I. Marco teórico: aspectos conceptuales acerca de proyectos de inversión**

### **1.1 Evaluación financiera de proyectos de inversión**

Para poder evaluar financieramente un proyecto, éste tuvo que pasar por etapas previas. La primera etapa se refiere al estudio de mercado que trata de determinar si el bien o servicio que se piensa producir satisface una necesidad de mercado y se podría comercializar sin problemas.

La segunda etapa, tiene que ver con el estudio técnico que trata de determinar si es posible producir dicho bien o servicio con la tecnología disponible.

La evaluación financiera, es la última etapa y en ella se describe la inversión inicial que requerirá el proyecto y todos los costos y gastos asociados a él. Asimismo se trata de determinar que tan rentable es el proyecto y si éste se debe aceptar o no, de acuerdo a ciertos criterios que se estudiarán en este capítulo.

#### **1.1.1 Definición de proyecto de inversión**

Para abordar de manera adecuada el tema de la evaluación de proyectos de inversión, primero debemos definir éstos. Así, según Baca Urbina<sup>1</sup> un proyecto de inversión se puede definir como “un plan que, si se le asigna determinado monto de capital y se le proporcionan insumos de varios tipos [sic], podrá producir un bien o servicio, útil al ser humano o a la sociedad en general”.

De acuerdo con Sapag<sup>2</sup> un proyecto no es más que la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema que tiende a resolver, entre tantas, una necesidad humana.

Por otro lado Hernández y Hernández<sup>3</sup> señalan que se puede entender como proyecto de inversión a una serie de planes que se piensan poner en marcha, para dar eficacia a alguna actividad u operación económica o financiera, con el fin de obtener un bien o servicio en las mejores condiciones y obtener una retribución. Dicho en pocas palabras es un plan de largo plazo para ejecutar la aplicación de recursos con la finalidad obtener un beneficio en el futuro.

#### **1.1.2 Clasificación de proyectos de inversión**

Existen varias clasificaciones de proyectos de inversión:

---

<sup>1</sup> Baca Urbina Gabriel, *Evaluación de Proyectos de Inversión*, México: Mc Graw Hill, 1998, p. 2

<sup>2</sup> Sapag Chain Nassir y Reinaldo Sapag Chain, *Preparación y Evaluación de Proyectos*, México: Mc Graw Hill, 1998, p.1

<sup>3</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Abraham Hernández Hernández y Abraham Hernández Villalobos, *Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión*. México: ECAFSA, 1998, p. 28.

**Por su objetivo: proyectos de expansión, de reemplazo o actualización.<sup>4</sup>**

- **Proyectos de expansión.** podemos distinguir dos categorías: de los productos o de los mercados existentes. Aquí se incluyen los gastos necesarios para incrementar la producción de los productos actuales o para ampliar los canales de distribución de los mercados que se están atendiendo actualmente.
- **Proyectos de reemplazo o actualización.** Estos proyectos incluyen los gastos necesarios para reemplazar equipos desgastados o dañados que se usan para la elaboración de los productos de la compañía. Dentro de este tipo de proyectos, también se encuentran aquellos que tienen como objetivo reemplazar maquinaria y equipo que aún se encuentra en condiciones de operar normalmente, pero que son obsoletos y por tanto lo que se busca en este caso es reducir costos a través de la adquisición de maquinaria y equipo de vanguardia.

**De acuerdo con el sector al que van dirigidos<sup>5</sup>: agropecuarios, industriales y de servicios.**

- **Agropecuarios.** Son los que se ubican en el sector primario y que al no se efectúa ninguna transformación al explotarlos.
- **Industriales.** Son los que se ubican en el sector secundario, conocido también como industrial, cuya principal característica es la transformación de productos.
- **De servicios.** Son los que se ubican en el sector terciario y la principal característica es que se brinda un servicio que es por lo general intangible, como la educación o el transporte entre otros.

**De acuerdo a los fondos que la empresa dispone para llevarlos a cabo, los dos tipos más comunes de proyectos son<sup>6</sup>: proyectos independientes y proyectos mutuamente excluyentes.**

- **Proyectos independientes.** Son aquellos cuyos flujos de efectivo no se relacionan o son independientes unos de otros; la aceptación de uno, no evita que los demás sean tomados en cuenta para su realización. Cuando una empresa, posee fondos ilimitados para invertir, se pueden llevar a cabo todos los proyectos independientes que cumplan el criterio de aceptación mínimo.

---

<sup>4</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Fred Weston y Eugene Brigham, *Fundamentos de administración financiera*. México: Mc Graw Hill 1993, p. 639

<sup>5</sup> *Ibidem*, p. 30

<sup>6</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Lawrence J.Gitman, *Administración Financiera*. México: Prentice Hall,2000, pp. 312 - 313

- **Proyectos mutuamente excluyentes.** Los proyectos tienen la misma función, y, por tanto, compiten entre sí. La aceptación de un proyecto de un conjunto de proyectos mutuamente excluyentes, elimina a todos los demás proyectos del mismo grupo de ser tomados en consideración.

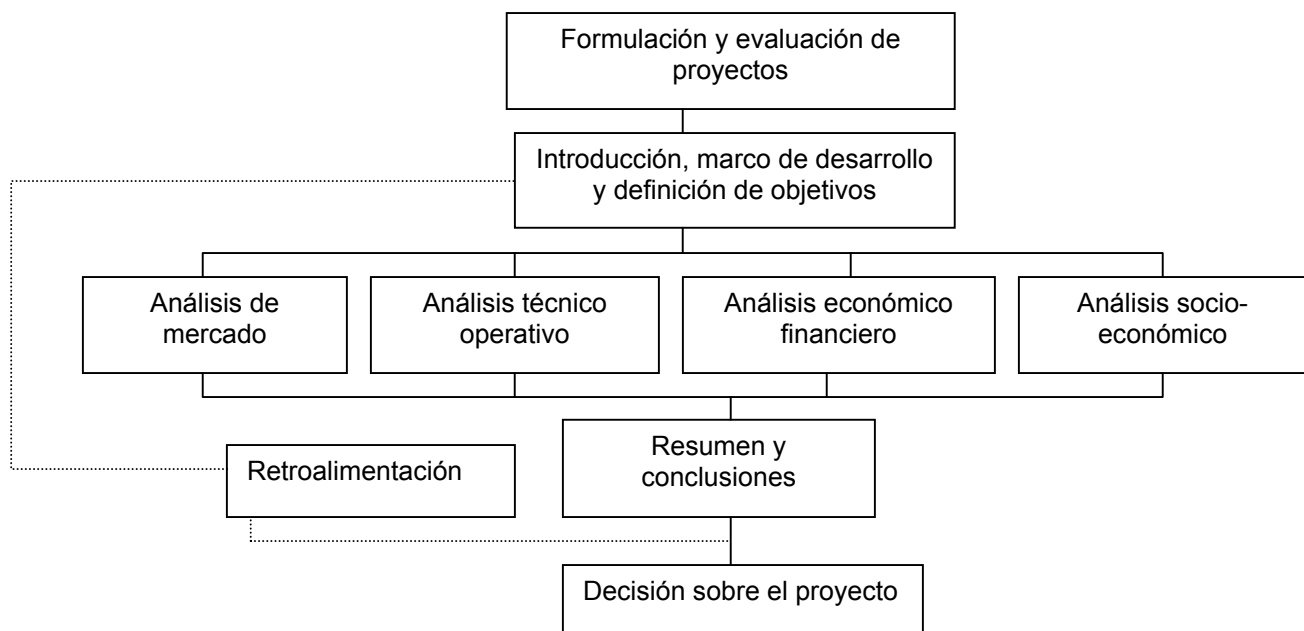
**También tenemos otra clasificación atendiendo a la naturaleza de los flujos que genera el proyecto pueden ser:**

- **Proyectos convencionales.** Son aquellos que requieren un desembolso inicial de efectivo, que es seguido por una o más entradas de flujos de efectivo esperados futuros. Esto equivale a decir, que después de realizada la inversión inicial se espera que el flujo de efectivo total en cada año futuro, sea positivo.
- **Proyectos no convencionales.** Se refieren a proyectos que requieren una inversión inicial, que esta seguido por flujos de efectivo esperados futuros positivos y negativos.

### 1.1.3 Formulación y evaluación de proyectos de inversión<sup>7</sup>

Aunque cada proyecto de inversión es único y distinto a todos los demás, la metodología que se aplica en cada uno de ellos tiene la particularidad de poder adaptarse a cualquier proyecto. La estructura general de la metodología de la evaluación de proyectos puede ser representada como se muestra:

**Gráfica 1. Estructura general de la metodología para formulación y evaluación de proyectos**



Fuente: Baca Urbina Gabriel, *Evaluación de Proyectos de Inversión*, México, Mc Graw Hill, 1998, p.5

<sup>7</sup> Este apartado se elaboró con base en: Gabriel Baca Urbina, *op.cit.*, pp.5-9.

Incluso, con las adaptaciones apropiadas, esta metodología se ha aplicado exitosamente en estudios de implantación de redes de microcomputadoras, sustitución de manuales de información por sistemas automatizados, etc.

Todos estos pasos para formular y evaluar proyectos son explicados brevemente a continuación:

#### **a) Introducción, marco de desarrollo y definición de objetivos del proyecto.**

Toda persona que pretenda realizar el estudio y la evaluación de un proyecto, ya sea estudiante, consultor de empresas o inversionista, la primera parte que deberá desarrollar y presentar en el estudio es la introducción, la cual debe contener una breve reseña histórica del desarrollo y los usos del producto, además de precisar cuáles son los factores relevantes que influyen directamente en su consumo.

La siguiente parte que se desarrollara, sin ser capítulo aparte, debe ser el *marco de desarrollo, marco de referencia o antecedente del proyecto*, donde el estudio debe ser situado en las condiciones económicas y sociales, y debe aclarar básicamente porqué se pensó en emprenderlo; a qué persona o entidades beneficiara; qué problema específico resolverá; si se pretende elaborar determinado bien o servicio sólo porque es una buena opción de inversión, sin importar los beneficios sociales o nacionales que podría aportar, etcétera.

No hay que olvidar que muchos artículos, sobre todo los suntuarios, se elaboran bajo este último criterio, y no por este hecho deberá omitirse un estudio que justifique tal inversión, desde todos los puntos de vista.

En el mismo apartado deberán especificarse los objetivos del estudio y los del proyecto. Los primeros deberán ser básicamente tres, a saber:

- 1.- Verificar que existe un mercado potencial insatisfecho y que es viable, desde el punto de vista operativo, introducir en ese mercado el producto objeto del estudio.
- 2.- Demostrar que tecnológicamente es posible producirlo, una vez que se verificó que no existe impedimento alguno en el abasto de todos los insumos necesarios para su producción.
- 3.- Demostrar que es rentable desde el punto de vista financiero.

#### **b) Estudio de mercado**

Con este nombre se denomina la primera parte de la investigación formal del estudio. Consta básicamente de la determinación y cuantificación de la demanda y oferta del bien o servicio, el análisis de los precios y el estudio de la comercialización del mismo. Aunque la cuantificación de la oferta y la demanda

pueda obtenerse fácilmente de fuentes de información secundaria<sup>8</sup> en algunos productos, siempre es recomendable la investigación de las fuentes primarias, pues proporciona información directa, actualizada y mucho más confiable que cualquier otro tipo de fuentes de datos. El objetivo general de esta etapa es verificar la posibilidad real de penetración del producto o servicio en un mercado. El investigador del mercado, al final de un estudio metódico podrá determinar la posibilidad de éxito que habrá con la venta de un nuevo artículo o con la existencia de un nuevo competidor en el mercado. Aunque hay factores intangibles importantes, como el riesgo que no es cuantificable, esto no implica que pueda dejarse de realizar estudios cuantitativos. Por el contrario, la base de una buena decisión siempre serán los datos recabados en la investigación de campo, principalmente en fuentes primarias.

Por otro lado, el estudio de mercado también es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y contestar la primera pregunta importante del estudio: ¿existe un mercado viable para el producto que se pretende elaborar? si la respuesta es positiva, el estudio continúa. Si la respuesta es negativa, se plantea la posibilidad de un nuevo estudio más preciso y confiable; si el estudio hecho ya tiene esas características, lo recomendable sería detener la investigación.

### **c) Estudio técnico**

Esta etapa del estudio puede subdividirse a su vez en cuatro partes, que son: determinación del tamaño óptimo de la planta, determinación de la localización óptima de la planta, ingeniería del proyecto y análisis administrativo.

La determinación de un tamaño óptimo es fundamental en esta parte del estudio. Hay que aclarar que tal determinación es difícil, pues las técnicas existentes para su determinación son iterativas y no existe un método preciso y directo para hacer el cálculo. El tamaño también depende de los turnos trabajados, ya que para un cierto equipo instalado, la producción varía directamente de acuerdo con el número de turnos que se trabaje. Aquí es necesario plantear una serie de alternativas cuando no se conoce y domina a la perfección la tecnología que se empleará.

Acerca de la determinación de la localización óptima del proyecto, es necesario tomar en cuenta no sólo factores cuantitativos, como pueden ser los costos de transporte, de materia prima y el producto terminado, sino también los factores cualitativos, tales como apoyos fiscales, el clima, la actitud de la comunidad, y otros.

---

<sup>8</sup> Las fuentes de información secundaria se refieren a información obtenida de documentos, revistas especializadas, censos, etc. y cuya finalidad no es la investigación que se lleva a cabo. Por otro lado las fuentes de información primaria, son aquellas que se refieren a información que se obtiene de primera mano, a través de investigación de campo y cuya finalidad es la propia investigación.

Recuerde que los análisis deben ser integrales, pues si se realizan desde un solo punto de vista conducirán a resultados poco satisfactorios. Sobre la ingeniería del proyecto se puede decir que, técnicamente, existen diversos procesos productivos opcionales, que son básicamente los muy automatizados y los manuales. La elección de alguno de ellos dependerá en gran parte de la disponibilidad de capital. En esta misma parte están englobados otros estudios, como el análisis y la selección de los equipos necesarios, dada la tecnología seleccionada; en seguida, la distribución física de tales equipos en la planta, así como la propuesta de la distribución general, en la que se ordenan todas y cada una de las áreas que formarán la empresa.

Algunos de los aspectos que no se analizan con profundidad en los estudios de factibilidad de un proyecto de inversión son el organizativo, el administrativo y el legal. Esto se debe a que son considerados aspectos que por su importancia y delicadeza merecen ser tratados a fondo en la etapa de proyecto definitivo. Esto no implica que deba pasarse por alto, sino, simplemente, que debe mencionarse la idea general que se tiene sobre ellos, pues de otra manera se debería hacer una selección adecuada y precisa del personal, elaborar un manual de procedimientos y un desglose de funciones, extraer y analizar los principales artículos de las distintas leyes que sean de importancia para la empresa, y como esto es un trabajo delicado y minucioso, se incluye en la etapa de proyecto definitivo.

#### **d) Estudio económico**

La siguiente etapa del estudio es el análisis económico. Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación económica.

Comienza con la determinación de los costos totales y de la inversión inicial, cuya base son los estudios de ingeniería, ya que tanto los costos como la inversión inicial dependen de la tecnología seleccionada. Continúa con la determinación de la depreciación y amortización de toda la inversión inicial.

Otro de sus puntos importantes es el cálculo del capital de trabajo, que aunque también es parte de la inversión inicial, no está sujeto a depreciación y amortización, dada su naturaleza líquida.

Los aspectos que sirven de base para la siguiente etapa, que es la evaluación financiera, son la determinación del costo de capital y el cálculo de los flujos netos de efectivo para el horizonte de tiempo seleccionado.

Asimismo, es interesante incluir en esta parte el cálculo de la cantidad mínima económica que se producirá, llamado punto de equilibrio. Aunque no es una técnica de evaluación, debido a las desventajas metodológicas que presenta, sí es un punto de referencia importante para una empresa productiva la determinación del nivel de producción en el que los costos totales igualan a los ingresos totales.

## **e) Evaluación financiera.**

Esta parte es muy importante, pues es la que al final permite decidir la implementación del proyecto. Normalmente no se encuentran problemas en relación con el mercado o la tecnología disponible que se empleará en la fabricación del producto; por tanto, la decisión de inversión casi siempre recae en la evaluación financiera. Ahí radica su importancia. Por eso, los métodos y los conceptos aplicados deben ser claros y convincentes para el inversionista.

Los métodos actuales que se utilizan para evaluación financiera de proyectos son los que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como son la tasa interna de rendimiento (TIR), el valor presente neto (VPN) y métodos que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, como el período de recuperación y el rendimiento contable promedio. Cada uno de ellos nos muestra, ciertos criterios bajo los cuales un proyecto de inversión se debe aceptar o rechazar. Todos estos métodos son abordados ampliamente en el siguiente apartado.

### **1.2 Métodos tradicionales de evaluación financiera de proyectos de inversión**

Durante la década de 1940<sup>9</sup>, los gerentes de empresas y académicos toman una mayor conciencia acerca de la elaboración de los flujos de efectivo y los métodos de planificación y control financieros. Pero no fue sino hasta mediados de la década de 1950 que apareció en primer plano la metodología del presupuesto de capital, con un mayor reconocimiento hacia la responsabilidad de la gerencia financiera en la ubicación óptima de los recursos financieros y en la administración financiera de los activos de la empresa.

El primer método formal utilizado para la evaluación financiera de proyectos fue el método del *período de recuperación del capital* cuyo proceso es muy sencillo ya que se basa única y exclusivamente en determinar en cuántos años se recupera una inversión inicial. Como se verá más adelante tanto este método como los que le siguieron en una primera etapa de la evaluación financiera de proyectos no toman en cuenta una consideración muy importante en finanzas: el valor del dinero a través del tiempo.

Estas técnicas fueron llamadas también: *técnicas no elaboradas de presupuesto de capital*, y además del método ya mencionado se encuentran también: la tasa promedio de rendimiento, la tasa de interés simple sobre el rendimiento y el período de recuperación descontado.

A medida que se reconocieron los defectos en estos métodos iniciales, se empezó a buscar otras formas capaces de mejorar la efectividad de las evaluaciones de proyectos. Así surgen métodos como el valor presente neto (VPN), el cuál se basa en las técnicas de flujo de efectivo descontado, la tasa interna de

---

<sup>9</sup> Para profundizar sobre este aspecto ver: J.R: Franks y J.E. Broyles, *Técnicas modernas de administración financiera*, México, Editorial Limusa , 1983, pp. 17-23

rendimiento (TIR), el valor terminal, el índice de rentabilidad y el costo anual equivalente. De estos métodos, el que ha sido reconocido por la mayoría de autores de libros de finanzas como el mejor método, es el de valor presente neto.

Tradicionalmente la evaluación financiera de proyectos se ha llevado a cabo empleando uno o varios de los métodos, cuyo común denominador es que no consideran el valor del dinero en el tiempo, por lo que se les llama también métodos estáticos. Éstos se describen a continuación.

### 1.2.1 Métodos de evaluación financiera que no consideran el valor del dinero en el tiempo

Estos son métodos que hacen una evaluación estática de los proyectos de inversión, es decir en un sólo momento en el tiempo, entre ellos tenemos:

#### 1.2.1.1 Período de recuperación de la inversión<sup>10</sup>

Este concepto resulta atractivo ya que implica recuperar el dinero inicialmente invertido en un determinado período de tiempo. Los inversionistas desean una estimación del tiempo que requerirá recibir de vuelta su inversión inicial y este modelo provee esta información. Se define como el tiempo que tarda el inversionista en recuperar el desembolso inicial realizado en una inversión. Se determina simplemente sumando todos los flujos de efectivo esperados (sin descontarlos) en secuencia, hasta que la suma iguala a la inversión inicial.

A continuación presentamos un ejemplo que nos permitirá ilustrar este concepto. El cuadro 1 muestra los flujos de efectivo de cuatro proyectos de inversión mutuamente excluyentes, los mismos que se proyectaron a cinco años y consideraremos que los inversionistas desean recuperar su desembolso inicial de tres millones de pesos en tres años cuando menos.

Cuadro 1				
Flujos de efectivo de cuatro proyectos mutuamente excluyentes				
Flujos de efectivo (Miles de pesos)				
Año	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C	Proyecto D
0	-3,000	-3,000	-3,000	-3,000
1	300	0	300	600
2	2,700	0	600	900
3	300	900	900	1,500
4	-300	2,100	1,200	1,500
5	-1,200	3,900	3,750	1,800

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 259.

<sup>10</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 258.



La regla de decisión del período de recuperación de capital nos dice que emprendamos el proyecto si el período de recuperación es menor o cuando menos igual a un tiempo predeterminado, es decir, un plazo máximo establecido por la dirección de la empresa o los inversionistas que para el ejemplo sería de tres años; y entre varios proyectos efectuables serán preferibles aquellos cuyo plazo sea más corto, esto es, los que tengan la recuperación del desembolso inicial más rápida.

En el cuadro 2, se muestran los cálculos del período de recuperación para cada proyecto:

Cuadro 2								
Período de recuperación de proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos acumulados	Proyecto B	Flujos acumulados	Proyecto C	Flujos acumulados	Proyecto D	Flujos acumulados
Inversión inicial	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	300	0	0	300	300	600	600
2	2,700	3,000	0	0	600	900	900	1,500
3	300		900	900	900	1,800	1,500	3,000
4	-300		2,100	3,000	1,200	3,000	1,500	
5	-1,200		3,900		3,750		1,800	

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 261.

Los períodos de recuperación de los cuatro proyectos que aparecen en el cuadro 2, se listan a continuación:

- Proyecto A, período de recuperación de 2 años.
- Proyecto B, período de recuperación de 4 años.
- Proyecto C, período de recuperación de 4 años.
- Proyecto D, período de recuperación de 3 años.

Si la dirección de la empresa aplicase solamente el método del período de recuperación, el proyecto A sería elegido como el mejor entre las cuatro alternativas mutuamente excluyentes. Como nos podemos dar cuenta, ésta sería una mala decisión. El inconveniente del método del período de recuperación consiste en que éste no considera todos los flujos de efectivo del proyecto, por tanto ignora los flujos de naturaleza negativa que ocurren en los dos últimos años del proyecto A.

Se privilegia en este método, por tanto, la liquidez sobre la rentabilidad, dado que el plazo de recuperación no tiene en cuenta lo que ocurre una vez recuperado el desembolso inicial. Así con este método se supone que cuanto más corto es el período de recuperación, es mejor, siendo esto ya en sí mismo un inconveniente del propio criterio de evaluación.

Aunque este método es usado frecuentemente por su simplicidad tiene serias deficiencias de tipo conceptual<sup>11</sup>, puesto que:

<sup>11</sup> Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *op. cit.*, p. 263.

- Ignora que un peso que se recibe hoy es más valioso que un peso a recibir en el futuro, es decir el valor del dinero en el tiempo. Supone que el costo de capital es 0% (es decir que no existe costo de oportunidad), subestimando el tiempo que se requiere para recuperar el valor presente de la inversión inicial.
- No considera la diferencia de riesgo al evaluar los proyectos.
- La fecha en que se considera se recupera la inversión (fecha de corte) es arbitraria, ya que pasa por alto todos los flujos de efectivo que el proyecto genera y que están más allá de dicha fecha.
- No considera que el período de recuperación apropiado es simplemente un período de tiempo máximo aceptable, determinado en forma subjetiva, durante el cual los flujos de efectivo del proyecto deben igualar a la inversión inicial; esto no vincula al período de recuperación con el objetivo de maximizar la riqueza.
- No considera el comportamiento creciente o decreciente de los flujos de efectivo que genera el proyecto. Así un proyecto de inversión que en los primeros años no genera grandes flujos de efectivo, podría ser rechazado bajo este criterio, aunque en los años siguientes sí logre generar mayores flujos e inclusive ser rentable.

Este modelo posee deficiencias importantes que pueden eliminar oportunidades de inversión a largo plazo. Cabe destacar el valor práctico del modelo mencionado, que radica en los siguientes puntos<sup>12</sup>:

- Es fácil de calcular y de comprender. Cuando se trata de inversiones pequeñas, el costo de un análisis extenso puede exceder la pérdida potencial causada por un error.
- Está sesgado hacia la liquidez, aunque esto puede ser importante para una pequeña empresa, con poca liquidez, porque favorece inversiones en que se puede obtener el efectivo con mayor rapidez.
- Se argumenta que los flujos de efectivo que están más lejos en el futuro son más riesgosos. Como dispositivo de control de riesgos, el modelo atiende esto de modo drástico al eliminar del plano todos los flujos de efectivo que estén más allá de la fecha de corte que como dijimos es arbitraria.

### **1.2.1.2 Período recuperación descontado<sup>13</sup>**

Con objeto de contrarrestar una de las limitaciones del método anterior surge el denominado período de recuperación descontado que es la cantidad de tiempo

---

<sup>12</sup> *Ibid*, p. 267.

<sup>13</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en : Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 277.

que será necesario para que los flujos de efectivo descontados de un proyecto igualen a la inversión inicial efectuada. La tasa de descuento será el costo de oportunidad del capital. La idea básica es que una vez descontados los flujos de efectivo del proyecto, se incorpora el valor del dinero en el tiempo en el modelo.

La regla de decisión de este método nos dice que debemos emprender el proyecto de inversión si el período de recuperación descontado es menor que una fecha de corte preestablecida, que es la fecha subjetiva que establece como plazo máximo el inversionista para recuperar su inversión. Para el ejemplo anterior, esta fecha es 3 años y asumiremos una tasa de descuento de 10%, los cálculos se muestran en el cuadro 3:

Cuadro 3								
Flujos de efectivo descontados de cuatro proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos descontados	Proyecto B	Flujos descontados	Proyecto C	Flujos descontados	Proyecto D	Flujos descontados
Inversión inicial	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	273	0	0	300	273	600	545
2	2,700	2,231	0	0	600	496	900	744
3	300	225	900	676	900	676	1,500	1,127
4	-300	-205	2,100	1,434	1,200	820	1,500	1,025
5	-1,200	-745	3,900	2,422	3,750	2,328	1,800	1,118

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 259.

Los flujos de efectivo de los proyectos se descontaron a la tasa del 10%, se calculó el valor actual de cada uno de los flujos de efectivo que generan los proyectos

Los períodos de recuperación descontados de los cuatro proyectos aparecen en el cuadro 4:

Cuadro 4								
Período de recuperación descontado de proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos acumulados	Proyecto B	Flujos acumulados	Proyecto C	Flujos acumulados	Proyecto D	Flujos acumulados
Inversión inicial	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	273	273	0	0	273	273	545	545
2	2,231	2,504	0	0	496	769	744	1,289
3	225	2,730	676	676	676	1,445	1,127	2,416
4	-205	2,525	1,434	2,111	820	2,264	1,025	
5	-745	1,780	2,422		2,328		1,118	

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 259.

- Proyecto A, período de recuperación de más de 5 años
- Proyecto B, período de recuperación de 4 años y 4 meses aproximadamente.
- Proyecto C, período de recuperación de 4 años y 4 meses aproximadamente

- Proyecto D, período de recuperación de 3 años y 7 meses aproximadamente.

Como podemos observar ninguno de los proyectos cumple con el criterio del plazo mínimo establecido (3 años) por los inversionistas, el proyecto que hace que el inversionista recupere en menor tiempo su desembolso inicial es el proyecto D.

Sin embargo, al igual que el modelo anterior, dicha fecha es arbitraria (la fecha establecida por los inversionistas) y no supera la debilidad de pasar por alto los flujos de efectivo generados por el proyecto después de la fecha de corte, y esto puede representar un problema considerable cuando existen flujos de efectivo esperados negativos.

A favor del método podemos afirmar que es superior al método del período de recuperación porque incorpora el valor del dinero en el tiempo. Sin embargo, todavía no es considerado como un indicador adecuado por sí mismo sino como complemento del método del valor presente neto (VPN) que abordaremos más adelante.

### **1.2.1.3 Tasa de rendimiento contable promedio (TRCP)<sup>14</sup>**

La determinación de la tasa promedio de rendimiento es un método muy generalizado para evaluar proyectos de inversión, su atractivo radica en que dicha tasa se calcula a partir de datos contables (utilidades después de impuestos). Para su cálculo sólo basta dividir las utilidades promedio después de impuestos, entre la inversión media o cantidad promedio invertida.

Para hallar la utilidad promedio después de impuestos, se suman las utilidades que generará el proyecto a lo largo del tiempo y se divide entre el número de años del mismo. La inversión promedio es el promedio de la inversión inicial durante la vida del proyecto.

Según otra definición<sup>15</sup> de la TRCP, es la que calcula un solo rendimiento promedio para los proyectos. Dicha medida se determina promediando los flujos esperados de efectivo a lo largo de la vida de un proyecto y posteriormente dividiendo éstos entre el desembolso inicial de la inversión.

En nuestro ejemplo, no tenemos la utilidad después de impuestos, pero sí los flujos de efectivo de los proyectos, por lo que tomaremos esta última definición para calcular la TRCP en el cuadro 5:

---

<sup>14</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México, Pearson Educación, 2000, p. 359.

<sup>15</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Fred Weston y Thomas E. Copeland, *Finanzas en administración*, México, Mc Graw Hill 1992, vol. I, p. 357.

Cuadro 5				
Tasa de rendimiento contable promedio (TRCP) de los proyectos				
Flujos de efectivo (Miles de pesos)				
Año	Proyecto A	Proyecto B	Proyecto C	Proyecto D
0	-3,000	-3,000	-3,000	-3,000
1	300	0	300	600
2	2,700	0	600	900
3	300	900	900	1,500
4	-300	2,100	1,200	1,500
5	-1,200	3,900	3,750	1,800
Promedio F.E.	-240	780	750	660
Desembolso inicial	3,000	3,000	3,000	3,000
<b>TRCP</b>	<b>-8%</b>	<b>26%</b>	<b>25%</b>	<b>22%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 262.

Asumiendo un costo de capital de 10%, observamos que los proyectos B, C y D serían aceptados, por ser mayores al rendimiento mínimo requerido por los inversionistas. Pero si tuviéramos que escoger entre alguno de ellos, el proyecto B se elegiría por tener la tasa más alta de los cuatro proyectos .

Entre las principales ventajas de éste método tenemos:

- Su aplicación es fácil debido a que utiliza información contable.
- El resultado que se obtiene, se compara con la tasa de rendimiento mínima requerida por los inversionistas (costo de capital) para aprobarla o rechazarla.

Algunas desventajas de éste método son:

- La principal desventaja de este método es que toma datos contables acerca de los ingresos esperados y no toma los flujos de efectivo reales del proyecto, ni tampoco el valor del dinero en el tiempo, al igual que el método anterior.
- Realiza un promedio de los flujos de efectivo a lo largo de los períodos de tiempo, distorsionando en realidad la representación de los flujos de efectivo.

### 1.2.2 Métodos de evaluación financiera que consideran el valor del dinero en el tiempo

A medida que se fueron reconociendo las desventajas de aquellos métodos tradicionales, comenzaron a idearse nuevos métodos que consideraran que un peso hoy es preferible a un peso que se reciba en una fecha futura. Este reconocimiento condujo a las técnicas de flujo de efectivo descontado (FED), para

tomar en cuenta el valor del dinero a través del tiempo. Todas estas técnicas descuentan, de una u otra forma, los flujos de efectivo de la empresa a una tasa específica. Esta tasa<sup>16</sup> se refiere al rendimiento mínimo que es necesario obtener de un proyecto. Estas técnicas son:

### 1.2.2.1 El valor presente neto<sup>17</sup>

El valor presente neto (VPN) de un proyecto de inversión se calcula restando la inversión inicial (II) del valor presente de sus flujos de efectivo (FE), descontadas a una tasa igual al costo de capital de la empresa o tasa de rendimiento mínima requerida(k).

La ecuación del valor presente neto es la siguiente:

$$VPN = II - \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} + \frac{FE_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

II = Inversión inicial del proyecto.

FE<sub>n</sub> = Flujo neto de efectivo para el año n.

k = Es la tasa costo de capital o tasa de rendimiento mínima requerida.

Así por ejemplo, los flujos de el proyecto A del ejemplo que estamos trabajando se descontarían de la siguiente manera:

$$VPN = 3,000 - \frac{300}{(1+0.10)^1} + \frac{2,700}{(1+0.10)^2} - \frac{300}{(1+0.10)^3} + \frac{-300}{(1+0.10)^4} + \frac{-1200}{(1+0.10)^5}$$

$$VPN = -1,220$$

En el cuadro 6 se muestra el valor presente neto de los proyectos que se están evaluando:

<sup>16</sup> Llamada tasa de descuento, rendimiento requerido por los inversionistas, costo de capital o costo de oportunidad.

<sup>17</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Lawrence Gitman J., *op. cit.*, pp. 312 - 313 y Fred Weston J. y Thomas E. Copeland, *Finanzas en Administración*, Vol. I. Mc Graw Hill, 1992, pp. 357-359.

Cuadro 6								
Valor presente neto de cuatro proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos descontados	Proyecto B	Flujos descontados	Proyecto C	Flujos descontados	Proyecto D	Flujos descontados
0	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	273	0	0	300	273	600	545
2	2,700	2,231	0	0	600	496	900	744
3	300	225	900	676	900	676	1,500	1,127
4	-300	-205	2,100	1,434	1,200	820	1,500	1,025
5	-1,200	-745	3,900	2,422	3,750	2,328	1,800	1,118
Sumatoria de F.E.		1,780		4,532		4,593		4,558
Inversión Inicial		-3,000		-3,000		-3,000		-3,000
VPN		<b>-1,220</b>		<b>1,532</b>		<b>1,593</b>		<b>1,558</b>

Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 264.

La regla de decisión nos dice que se aceptarán los proyectos que tengan un VPN positivo. Si los proyectos son mutuamente excluyentes, se aceptará el que tenga VPN positivo más alto. En este caso éste sería el proyecto C.

El VPN del proyecto refleja exactamente el incremento en el patrimonio de los accionistas, siempre que sea positivo. Para saber por qué, supongamos que un proyecto tiene un VPN de cero. En tal caso, el proyecto reditúa un flujo de efectivo suficiente para realizar tres cosas:

- Para liquidar todos los pagos de intereses a aquellos acreedores que hayan financiado el proyecto.
- Para liquidar todos los rendimientos esperados (dividendos y ganancias de capital) de aquellos accionistas que hayan aportado el capital contable del proyecto.
- Para liquidar el principal original (inversión inicial) que se haya aplicado en el proyecto.

Un proyecto con VPN positivo, se entiende que gana más que la tasa de rendimiento mínima requerida, y los dueños de la empresa, reciben todos los excedentes de flujo de efectivo que se generen, ya que los acreedores tienen derechos de naturaleza fija sobre la empresa. Como consecuencia de esto, el patrimonio de los dueños aumenta exactamente en una cantidad igual al VPN del proyecto, lo cual representa un enlace directo entre la riqueza de los accionistas y la definición del VPN. Para Weston<sup>18</sup>, esto convierte al VPN en la regla de decisión correcta para propósitos de evaluación financiera de proyectos de inversión.

<sup>18</sup> Fred Weston J. y Thomas E. Copeland, *op. cit.*, p.359

### 1.2.2.2 La tasa interna de rendimiento (TIR)<sup>19</sup>

La tasa interna de rendimiento (TIR) se define como la tasa de interés o tasa de descuento que iguala el valor presente de los flujos de efectivo esperados a futuro, con el desembolso inicial de efectivo. Dicho de otro modo, la TIR es la tasa de descuento para la que un proyecto de inversión tendría un VPN igual a cero.

Asimismo, Emery<sup>20</sup> sostiene que *la tasa interna de rendimiento (TIR) es el rendimiento esperado de un proyecto de inversión. Si el costo de capital (rendimiento requerido) es igual a la TIR (rendimiento esperado), el VPN es igual a cero*. La ecuación para calcular la TIR es la siguiente:

$$0 = II - \frac{FE_1}{(1+k)^1} + \frac{FE_2}{(1+k)^2} + \frac{FE_3}{(1+k)^3} + \dots + \frac{FE_n}{(1+k)^n}$$

Donde:

II = Inversión inicial del proyecto.

FE = Flujo neto de efectivo para el año  $n$ .

k = Es la tasa costo de capital o tasa de rendimiento mínima requerida.

Como se observa tenemos una ecuación con una incógnita y podemos despejar y encontrar el valor de la TIR. Algún valor de la TIR ocasionará que la suma de los flujos de efectivo descontados sea igual a la inversión inicial del proyecto, haciendo la ecuación igual a cero, y ese valor será la TIR del proyecto.

La fórmula de la TIR, es simplemente la fórmula del VPN, se usa la misma ecuación básica para ambos métodos, pero en el método del VPN, la tasa de descuento ( $k$ ), se especifica como el costo de oportunidad de capital determinado por el mercado, mientras que en el método de la TIR, el VPN se fija igual a cero, por lo cual se obtiene el valor de la TIR que provoca que el VPN, sea igual a cero.

Para nuestro ejemplo, calculamos la TIR en la hoja de cálculo de Excel con la función financiera TIR tal como se muestra a continuación en el cuadro 7:

---

<sup>19</sup> *Ibidem*, pp., 359-361

<sup>20</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en :Douglas Emery R. y John D. Finnerty. *op. cit.*, pp. 355 - 357.



Cuadro 7								
Tasa interna de rendimiento de cuatro proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos descontados	Proyecto B	Flujos descontados	Proyecto C	Flujos descontados	Proyecto D	Flujos descontados
0	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	-300	0	0	300	244	600	479
2	2,700	2,700	0	0	600	398	900	573
3	300	-300	900	509	900	486	1,500	761
4	-300	-300	2,100	982	1,200	528	1,500	607
5	-1,200	1,200	3,900	1,509	3,750	1,344	1,800	581
Sumatoria de F.E.		3,000		3,000		3,000		3,000
Inversión Inicial		-3,000		-3,000		-3,000		-3,000
VPN		<u>0</u>		<u>0</u>		<u>0</u>		<u>0</u>
TIR		<u>-200.00%</u>		<u>20.92%</u>		<u>22.79%</u>		<u>25.38%</u>

Fuente: Elaboración propia Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 266.

La regla de decisión para la tasa interna de rendimiento, nos dice que emprendamos el proyecto de inversión, si la TIR excede al costo de capital del proyecto (k). En esencia, el modelo pregunta, si el rendimiento esperado de la inversión excede el rendimiento requerido por los inversionistas.

Si usamos el criterio de la TIR y si los proyectos fueran independientes, aceptaríamos los proyectos B, C y D porque son mayores al costo de capital que es de 10% para este ejemplo. Sin embargo, ya que los proyectos son mutuamente excluyentes, la regla de la TIR nos conduce a aceptar el proyecto D como el mejor por tener una TIR más alta que la de los otros proyectos.

Las principales ventajas de este método son que considera el valor del dinero en el tiempo y que permite jerarquizar los proyectos de inversión en función de su tasa interna de rendimiento.

Algunas deficiencias del modelo son:

- **Diferencias de Tamaño.** Cuando un proyecto es mayor que otro, el proyecto más pequeño puede tener una TIR mayor, pero un VPN menor. En este caso, la regla de decisión a seguir es la de VPN, ya que ésta nos indica el valor que está creando el proyecto, y por ende, el aumento en el patrimonio de los accionistas.
- **Supuesto de la tasa de reinversión.** Un conjunto de proyectos de inversión de igual riesgo tendrán el mismo costo de oportunidad desde el punto de vista de todos los inversionistas. Esa es la razón por la cual descontamos los flujos de efectivo, de este grupo de proyectos, a una misma tasa de costo de oportunidad de capital. No sería apropiado, descontar estos flujos a una tasa mayor, a menos que implicarán un riesgo mayor. Pero eso es exactamente lo que hace el método de la TIR. Aunque los proyectos implican un mismo riesgo, se descuentan a diferentes tasas,

ninguna de las cuales representa el costo de oportunidad de capital correcto con relación al riesgo de los proyectos.

- **Las tasas múltiples de rendimiento.** Éstas representan otra dificultad, sobre todo cuando se evalúan proyectos de inversión no convencionales, en donde se tienen flujos de efectivo futuros positivos y negativos.

### 1.2.2.3 Valor terminal neto<sup>21</sup>

Expresa la comparación entre los flujos de entrada de efectivo y el desembolso de la inversión con base en sus valores futuros a la terminación del proyecto. El valor terminal neto permite que los flujos de efectivo crezcan hasta la fecha terminal futura al costo de oportunidad del capital. De esta forma el valor terminal neto será:

$$VTN = \sum CF_t(1 + k)^{n-1} - II(1 + k)^n$$

En donde:

VTN = Valor terminal neto  
 CF = Flujos de efectivo a futuro para el año  $n$   
 $k$  = Costo de capital  
 $n$  = Número de años del proyecto  
 II = Inversión inicial

Procederemos a calcular en el cuadro 8, el VTN de los proyectos mutuamente excluyentes de nuestro ejemplo, considerando un costo de capital de 10% :

Cuadro 8								
Valor terminal neto de cuatro proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos a futuro	Proyecto B	Flujos a futuro	Proyecto C	Flujos a futuro	Proyecto D	Flujos a futuro
0	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	483	0	0	300	483	600	966
2	2,700	3,953	0	0	600	878	900	1,318
3	300	399	900	1,198	900	1,198	1,500	1,997
4	-300	-363	2,100	2,541	1,200	1,452	1,500	1,815
5	-1,200	-1,320	3,900	4,290	3,750	4,125	1,800	1,980
Sumatoria de F.E.		3,153		8,029		8,137		8,075
Inversión Inicial		4,832		4,832		4,832		4,832
VTN		<b>-1,679</b>		<b>3,197</b>		<b>3,305</b>		<b>3,244</b>

Fuente: Elaboración propia Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 267.

<sup>21</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Weston, Fred J. y Thomas E. Copeland, *op. cit.*, pp. 361-367.

En este caso se observa que el proyecto con mayor valor terminal es el proyecto C, por tanto sería el proyecto que se llevaría a cabo.

### 1.2.2.4 Índice de rentabilidad (IR) <sup>22</sup>

También conocido como relación costo-beneficio, es otro método ajustado para incluir el valor del dinero en el tiempo que consiste en dividir el valor presente de los flujos de efectivo futuros entre el desembolso inicial de la inversión, tal como lo hicimos para nuestro ejemplo que se muestra en el cuadro 9:

Cuadro 9								
Índice de rentabilidad de cuatro proyectos mutuamente excluyentes								
Flujos de efectivo (Miles de pesos)								
Año	Proyecto A	Flujos descontados	Proyecto B	Flujos descontados	Proyecto C	Flujos descontados	Proyecto D	Flujos descontados
0	-3,000		-3,000		-3,000		-3,000	
1	300	273	0	0	300	273	600	545
2	2,700	2,231	0	0	600	496	900	744
3	300	225	900	676	900	676	1,500	1,127
4	-300	-205	2,100	1,434	1,200	820	1,500	1,025
5	-1,200	-745	3,900	2,422	3,750	2,328	1,800	1,118
Sumatoria de F.E.		1,780		4,532		4,593		4,558
Inversión Inicial		3,000		3,000		3,000		3,000
IR		<b>0.593</b>		<b>1.511</b>		<b>1.531</b>		<b>1.519</b>

Fuente: Elaboración propia Fuente: Elaboración propia con base en Douglas Emery, R. y John D. Finnerty, *Administración Financiera Corporativa*, México: Pearson Educación, 2000, p. 269.

La regla de decisión nos dice que emprendamos el proyecto si su IR es mayor de uno.

En este ejemplo, observamos que si los proyectos fueran independientes aceptaríamos los proyectos B, C y D porque son mayores a 1. Pero como en este caso se trata de proyectos mutuamente excluyentes, el proyecto que posee un mayor índice de rentabilidad es el proyecto C por lo tanto éste sería el proyecto que se llevará a cabo.

Aunque el IR funciona bien en el caso de proyectos independientes, el problema de escala o tamaño que vimos en el caso de la TIR, también se presenta con el IR.

<sup>22</sup>Este apartado ha sido desarrollado con base en: Douglas Emery R. y John D. Finnerty, *op. cit.*, p. 355.

### 1.3 El valor presente neto como el mejor modelo de evaluación

La mayoría de autores en finanzas<sup>23</sup> han establecido que el método del VPN es el que conduce a mejores decisiones de inversión que otros criterios, primero porque reconoce que un peso hoy vale más que un peso mañana y cualquier modelo de inversión que no reconozca el valor del dinero en el tiempo no puede considerarse adecuado. Segundo porque el VPN depende únicamente de los flujos de efectivo previstos procedentes del proyecto y del costo de oportunidad del capital, cualquier regla de inversión, que se vea afectada por los gustos de los directivos, los métodos contables elegidos por la empresa, la rentabilidad de los negocios existentes en la empresa o la rentabilidad de otros proyectos independientes, conducirán a peores decisiones. Tercero, debido a que todos los valores presentes se miden en pesos de hoy, es posible sumarlos. Por tanto, si tiene dos proyectos A y B, el valor presente de la inversión combinada es:  $VPN(\text{proyecto A} + \text{proyecto B}) = VPN(\text{proyecto A}) + VPN(\text{proyecto B})$ .

Esta propiedad aditiva tiene importantes consecuencias, supongamos que el proyecto B tiene un VPN negativo. Si se une al proyecto A, el proyecto conjunto (A+B) tendrá un menor VPN que A por sí solo. Por tanto, es improbable que se cometa el error de aceptar un mal proyecto (B) sólo porque aparezca junto a uno bueno (A)<sup>24</sup>.

Weston y Copeland<sup>25</sup> por su parte, establecen que el VPN es el criterio económico correcto para asignar un rango a los proyectos de inversión ya que evita las deficiencias de los otros métodos de evaluación porque descuenta los flujos de efectivo al costo de oportunidad apropiado para los fondos y por tanto obedece al principio de aditividad del valor. Así de acuerdo con este método se maximiza el valor de la empresa.

Como conclusión podemos decir, que un proyecto de inversión implica asumir importantes compromisos para realizar desembolsos cuyos beneficios (o pérdidas) se extenderán a futuro, por tanto éstos son fundamentales para la sobrevivencia de las empresas. En este capítulo se pone de relieve los métodos de evaluación de proyectos más utilizados en la práctica, con algunos ejemplos de tal manera que se pueda observar el procedimiento para la aplicación de cada uno de ellos y sus limitaciones al momento de analizar los resultados. Cada uno de ellos nos proporciona un criterio para aceptar o rechazar proyectos así como jerarquizarlos si fuera el caso.

---

<sup>23</sup> Ver: Richard A. Brealey y Stewart C. Myers, *Principios de Finanzas Corporativas*. Madrid: Mc Graw Hill Interamericana, 1998, Fred Weston y Thomas Copeland, *op. cit.*, Douglas Emery R. y John D. Finnerty, *op. cit.*, Lawrence Gitman J., *op. cit.* Entre los principales autores en la literatura financiera.

<sup>24</sup> Richard A. Brealey y Stewart C. Myers, *Principios de Finanzas Corporativas*. Madrid: Mc Graw Hill Interamericana, 1998, p. 61

<sup>25</sup> Fred Weston y Thomas Copeland, *op. cit.* p., 399

## Capítulo II. La valuación de opciones financieras

En este capítulo se tratará la valuación de opciones financieras que forman parte de los llamados *instrumentos financieros derivados*. En el ambiente de los negocios, una opción es el derecho más no la obligación de comprar o vender un activo determinado, en una fecha futura y a un precio preestablecido. La utilización de estos instrumentos financieros ha aumentado significativamente en los últimos años debido a la volatilidad de los mercados y la incertidumbre generada por ésta, razón por la cual los empresarios encontraron en estos instrumentos la cobertura de riesgos ideal para tipos de cambio, precios de materias primas, tasas de interés entre otros activos. A continuación se esbozarán algunas definiciones importantes acerca de los instrumentos financieros derivados así como su funcionamiento en los mercados financieros.

Un instrumento financiero derivado es aquél cuyo valor depende de otro instrumento conocido como subyacente, por lo tanto el valor del instrumento derivado existe por su dependencia del valor o del precio del subyacente<sup>1</sup>.

Un derivado es un instrumento financiero cuyo valor depende del precio de algún otro activo, llamado activo subyacente. Este activo subyacente puede ser una acción, un índice, una divisa, una tasa de referencia, etc.

Estos instrumentos se negocian en México en el Mercado Mexicano de Derivados (MEXDER) que es parte del mercado financiero. La principal función de los derivados es servir de cobertura ante fluctuaciones en el valor de los precios de los activos subyacentes. Los principales derivados financieros son: los futuros, opciones, warrants y swaps.<sup>2</sup>

En el siguiente apartado explicaremos ampliamente el funcionamiento de las opciones como instrumento de cobertura de riesgo.

### 2.1.Las opciones financieras<sup>3</sup>

Si se analiza la etimología de la palabra opción, viene del latín *optio* que significa elegir, es decir la facultad otorgada a una persona de escoger entre varias alternativas. Una opción otorga el derecho más no la obligación, de comprar o vender una cantidad determinada de un activo subyacente (una acción, una mercancía básica, divisa, instrumento financiero, etc.) a un precio preestablecido (el precio de ejercicio) dentro de un periodo determinado. Existen dos tipos de opciones: opciones de compra (opciones *call*) y opciones de venta (opciones *put*).

---

<sup>1</sup> Lawrence Galitz, *Ingeniería financiera*, Barcelona, Ediciones Folio, 1994, Tomo I, p. 14 .

<sup>2</sup> Con base en: Mercado Mexicano de Derivados, México, <<http://.mexder.com.mx/antecedentes.html>>, (12 de agosto 2004)

<sup>3</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Douglas R. Emery y John D. Finnerty. *op. cit.* p. 839

Las opciones financieras forman parte de lo que se conoce en la teoría de las finanzas como instrumentos derivados.

### 2.1.1 Antecedentes de las opciones financieras<sup>4</sup>

Aunque sólo recientemente podemos hablar de un mercado organizado de opciones, ya en la antigua Grecia encontramos opciones de compra sobre las cosechas de aceitunas. En el siglo XVII aparece en Holanda un cierto mercado organizado en el que se negociaba la posibilidad de comprar o vender bulbos de tulipanes en una fecha futura. Por cierto que parece ser que dicho mercado, ante las fuertes oscilaciones de los precios, propició la quiebra de un buen número de especuladores y el incumplimiento de los que habían efectuado las ventas de las opciones. Existen más ejemplos en la historia en diversos lugares, tiempos y productos, hasta llegar al 26 de abril 1973, fecha en que empieza a operar el Chicago Board Options Exchange (CBOE), donde se empiezan a negociar las primeras opciones sobre acciones en un mercado organizado. Desde esa fecha hasta nuestros días, se han creado numerosos mercados de opciones en las principales plazas financieras del planeta, negociándose en las mismas, una amplia gama de activos con un elevado número de contratos y cifras astronómicas.

En México, el Mercado Mexicano de Derivados S.A. de C.V. (Mexder) se constituyó el 24 de agosto de 1998, y el proyecto Asigna, Compensación y Liquidación que es la contraparte de las operaciones celebradas por el Mexder, el 11 de diciembre de 1998<sup>5</sup>. El 26 de mayo de 1999 se dio inicio a las operaciones formales con futuros sobre Certificados de la Tesorería de la Federación (Cetes) con un plazo de 91 días y futuros sobre depósitos referidos a la Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) con un plazo de 28 días.

### 2.1.2 Definición de las opciones financieras<sup>6</sup>

Una opción es un contrato que le da al tenedor o comprador el derecho, más no la obligación, de comprar o vender un activo subyacente en una fecha predeterminada (o antes) y a un precio preestablecido. Por la posibilidad de ejercer dicho derecho, el comprador de la opción está obligado a pagar al vendedor de dicha opción un precio o prima de la opción. Queremos subrayar que el poseedor de la opción tiene el derecho pero no la obligación, de ejercer dicha opción. Por ello Emery afirma: *“toda opción encierra una contingencia - algo que puede o no ocurrir. Así, la opción es un derecho contingente sobre resultados particulares: entra en acción sólo cuando se presentan ciertas situaciones”*<sup>7</sup>.

---

<sup>4</sup> Este apartado ha sido desarrollado con base en: Luis Díez de Castro y Juan Mascareñas. *Ingeniería financiera. La gestión de los mercados internacionales*, Barcelona: Mc Graw Hill, 1999, p. 126.

<sup>5</sup> Angélica Alzugaray, "The Black and Scholes Method for Option Valuation Applied to the Evaluation of Investment Projects", *The Anáhuac Journal*, Vol. 2, No 2, primavera / verano 2000, México, Universidad Anáhuac, p.112-121.

<sup>6</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Jaime Díaz Tinoco y Fausto Hernández Trillo. *Futuros y opciones Financieras. Una Introducción*. México: Limusa, 1998, p. 75.

<sup>7</sup> Douglas R. Emery y John D. Finnerty, *op. cit.*, p. 839

Las opciones son únicas entre todos los instrumentos de ingeniería financiera porque dan al comprador la capacidad de evitar solamente los malos resultados y retener el beneficio de los buenos. Por desgracia para el usuario las opciones no son gratis. Hay un precio que pagar para adquirir algo que nunca será malo. No obstante, las opciones suelen ofrecer frecuentemente la solución ideal para controlar y gestionar el riesgo en lugar de evitarlo completamente<sup>8</sup>.

Así pues, en el caso de las opciones se produce un pago por adelantado, del comprador al vendedor. Esto recompensa al vendedor por adquirir obligaciones sin tener derechos y es un pago justo por parte del comprador ya que está adquiriendo derechos pero sin obligaciones de compensación<sup>9</sup>.

### 2.1.3 Vencimiento de las opciones<sup>10</sup>

Según su vencimiento las opciones se clasifican en:

- **Opciones europeas.** Éstas se ejercen únicamente en la fecha de expiración de la opción.
- **Opciones americanas.** Éstas pueden ser ejercidas en cualquier fecha a partir de su adquisición inclusive en su fecha de vencimiento.

## 2.2 Tipos de opciones<sup>11</sup>

Existen dos tipos básicos de opciones:

- Opción de compra (*call option*)
- Opción de venta (*put option*)

Cada uno de estos tipos básicos son analizados desde dos puntos de vista, el punto de vista del comprador y el punto de vista del vendedor de la opción.

Analizaremos cada punto vista:

### 2.2.1 Opciones de compra (*call options*)

Las opciones de compra se pueden analizar desde dos puntos de vista:

---

<sup>8</sup> Con base en: Lawrence Galitz, *op.cit.*, p. 298 .

<sup>9</sup> *Idem.*, p.302

<sup>10</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Jaime Díaz Tinoco y Fausto Hernández Trillo, *op. cit.*, p. 79

<sup>11</sup> El presente apartado ha sido elaborado con base en: Eduardo Martínez Abascal, *Futuros y opciones en la gestión de carteras*. Mc Graw Hill, 1993, p. 29; Carmen Díaz. *Futuros y opciones. Teoría y práctica*. Prentice Hall, 1998, pp. 35-66.

- **Punto de vista del comprador (adquisición de opciones de compra)**

La adquisición de una opción de compra (*call*) sobre un determinado activo subyacente concede a su poseedor el derecho de comprarlo a un precio fijo, ya sea en una fecha futura predeterminada o antes de la misma. La fecha conocida como límite para ejercer el derecho, es conocida como fecha de expiración o vencimiento (*expiration date*) y el precio al que se puede ejercer es el precio de ejercicio o de cierre (*strike price*).

Por ejemplo: Un importador mexicano tiene una cuenta por pagar de \$ 60,000 dólares que vence en 5 meses. Desea cubrir su riesgo cambiario con opciones sobre divisas, en este caso sobre el dólar de EUA. Teme que en 3 meses el tipo de cambio (TDC) peso/dólar pueda rebasar los \$ 11.20. Adquiere una opción *call*, con el tipo de cambio de ejercicio de \$ 11.00, cuyo monto y expiración coinciden con sus necesidades, la prima de la opción cuesta \$1,500 pesos. Para poder determinar en que casos conviene ejercer la opción vamos a simular dos escenarios:

### **Escenario 1.**

En tres meses el TDC peso / dólar es 10.95 ¿ debe el importador ejercer o no la opción?

El importador no debe ejercer la opción porque si ejerce su contrato, compraría sus dólares a 11.00 y en el mercado los puede conseguir en 10.95:

Ganancia al contado $(11.00 - 10.95) * 60,000$	\$ 3,000
Prima de la opción	1,500
	-----
Ganancia neta	1,500

En este caso, al no ejercer la opción se obtiene un beneficio de \$ 1,500 y se cubre de un incremento en el tipo de cambio.

### **Escenario 2**

En tres meses el TDC peso / dólar es 11.08 ¿ debe el importador ejercer o no la opción?

El importador debe ejercer la opción en este caso, porque si ejerce su contrato, comprará los dólares a \$ 11.00 mientras que en el mercado el TDC es \$ 11.08:

Ganancia al contado $(11.08 - 11.00) * 60,000$	\$ 4,800
Prima de la opción	1,500
	-----
Ganancia neta	\$ 3,300



Como se observa en éstos ejemplos, la opción solamente será ejercida si el precio del bien subyacente termina siendo superior al precio de ejercicio como en el escenario 2. El tenedor obtiene un beneficio al poder comprar un bien a un precio menor al que se encuentra en el mercado. Se dice que la opción terminó *dentro del dinero (in the money)* cuando la opción al llegar a su fecha de expiración tiene valor y debe ser ejercida. Si una opción expira sin valor se dice que se encuentra *fuera del dinero (out the money)* como es el caso del escenario 1 del ejemplo, en donde no se ejerce la opción de comprar porque el precio del bien subyacente termina siendo inferior al precio de ejercicio de la opción . Y por otro lado, si el precio del activo subyacente y el precio de ejercicio terminan siendo iguales, se dice que se encuentra *en el dinero (at the money)*.

- **Punto de vista del vendedor (venta o emisión de opciones de compra)**

El vendedor o emisor de una opción de compra adquiere la obligación de comprar el activo en una fecha previamente acordada y a un precio predeterminado. El inversionista que emite o vende una opción de compra, espera que la cotización del activo subyacente se mantenga estable, o tienda a la baja, durante los próximos meses. Su único cobro será el valor de la prima, mientras que sus pagos dependerán de si el precio de ejercicio es inferior o no, al del mercado en la fecha de cotización.

Analizando el ejemplo anterior desde el punto de vista del vendedor:

**Escenario 1.**

En tres meses el TDC peso / dólar es 10.95 y como al importador no le conviene ejercer la opción, en este caso el vendedor se beneficia ya que cobró por adelantado la prima de la opción:

Prima de la opción	1,500
	-----
Ganancia neta	1,500

En este caso, al no ejercer la opción se obtiene un beneficio de \$ 1,500.

**Escenario 2**

En tres meses el TDC peso / dólar es 11.08, en este caso el importador ejercerá su opción ,y el vendedor tendrá la obligación de vender los dólares que posee a un precio inferior (precio de ejercicio) que el precio de mercado

Pérdida al contado $(11.08 - 11.00) * 60,000$	\$ 4,800
Prima de la opción	1,500
	-----
Pérdida neta	\$ 3,300

Si el precio de mercado supera al precio de ejercicio se dice que esta *dentro del dinero (in the money)*, en dicha fecha, el propietario de la opción reclamará la opción a la que tiene derecho, lo que redundará en una pérdida (o menor ganancia) para el emisor o vendedor como es el caso del escenario 2 de nuestro ejemplo. Si ocurre lo contrario, la opción no será ejercida y no habrá que entregar el activo, como en el escenario 1 , e inclusive se logrará un beneficio por la prima que se recibió al inicio de la operación.

### 2.2.2 Opciones de venta ( *put options* )

Las opciones de venta, se pueden analizar también, desde dos puntos de vista:

- **Punto de vista del comprador (adquisición de opciones de venta)**

Una opción de venta otorga al comprador el derecho, pero no la obligación de vender un activo determinado a un precio fijo y en una fecha futura predeterminada o antes de la misma.

Así por ejemplo, un exportador mexicano tiene una cuenta por cobrar de \$ 40,000 dólares que vence en 5 meses. Desea cubrir su riesgo cambiario con opciones sobre divisas, en este caso sobre el dólar de EUA ya que teme que en 5 meses el TDC peso/dólar pueda bajar a \$10.50. Adquiere una opción put, con el tipo de cambio de ejercicio de \$11.10, cuyo monto y expiración coinciden con sus necesidades, la prima de la opción cuesta \$ 2,000 pesos.

#### Escenario 1

En tres meses el TDC peso / dólar es \$11.00 ¿ debe el importador ejercer o no la opción?

El exportador debe ejercer la opción ya que ejerciendo su contrato puede vender a \$ 11.10 sus dólares:

Pérdida al contado ( 11.10 - 11.00)* 40,000	\$ 4,000
Prima de la opción	2,000
	-----
Pérdida neta	\$ 2,000

#### Escenario 2

En tres meses el TDC peso / dólar es 11.25, ¿ debe el importador ejercer o no la opción?

El importador no debe ejercer la opción ya que en el mercado puede vender a un precio mayor sus dólares :

Ganancia al contado $(11.25 - 11.10) * 40,000$	6,000
Prima de la opción	2,000
	-----
Ganancia neta	\$ 4,000

En el escenario 1 la opción es ejercida, porque el precio del activo subyacente termina siendo inferior al precio de ejercicio. El tenedor de esta opción obtendrá un beneficio al poder vender un bien a un precio superior al que se encuentra en el mercado. Una opción *put* se encontrará *dentro del dinero*, si el precio del activo subyacente es menor que el precio de ejercicio.

En el escenario 2, la opción no se ejerce, porque el precio del activo subyacente es mayor al precio del ejercicio. El tenedor de la opción obtiene un beneficio al poder vender un bien en el mercado a un precio superior al que tiene en el contrato de opciones. En este caso se dice que la opción está *fuera del dinero* porque el precio del activo subyacente es superior al precio de ejercicio; y termina *en el dinero* si el precio del activo subyacente y el precio de ejercicio son iguales.

- **Punto de vista del vendedor (emisión de opciones de venta)**

El vendedor o emisor de la opción de venta tiene la obligación de vender el activo en la fecha acordada y al precio acordado, si el comprador decide ejercer la opción. El inversionista que emite una opción de venta, espera que el activo se mantenga estable o tienda a subir de precio. La utilidad máxima que puede realizarse está limitada a la prima que se recibe al inicio de la operación. Tomando los mismos datos del ejemplo anterior tenemos:

### Escenario 1.

En tres meses el TDC peso / dólar es \$11.00 en este caso el exportador ejercerá su opción de vender a un precio superior sus dólares y en este caso el vendedor de la opción *put* obtiene una pérdida tal como se muestra a continuación:

Pérdida al contado $(11.10 - 11.00) * 40,000$	\$4,000
Prima de la opción	2,000
	-----
Pérdida neta	\$ 2,000

### Escenario 2

En tres meses el TDC peso / dólar es 11.20, en este caso el exportador no ejercerá su opción de vender y quien vende la obtendrá una ganancia neta derivada del pago de la prima:

Prima de la opción	2,000
	-----
Ganancia neta	\$ 2,000

Si el precio de mercado supera al precio de ejercicio se dice que esta *dentro del dinero (in the money)*, en dicha fecha el propietario de la opción reclamará la opción a la que tiene derecho, lo que redundará en una pérdida (o menor ganancia) para el emisor o vendedor como es el caso del escenario 2 de nuestro ejemplo. Si ocurre lo contrario, la opción no será ejercida y no habrá que entregar el activo, como en el escenario 1, e inclusive se logrará un beneficio por la prima que se recibió al inicio de la operación.

### **2.3 Valor intrínseco de las opciones<sup>12</sup>**

El valor intrínseco es el componente más fácil de comprender, ya que representa la cantidad positiva neta que una opción produciría si se ejerciera al momento. Por ejemplo, imaginémosnos una opción *call* que se ejercitase a \$ 95 sobre un activo subyacente que actualmente se negocia en \$ 100. El valor intrínseco de esta opción, es sencillamente \$ 5, porque el poseedor de la call puede ejercitarla y adquirir el activo subyacente pagándolo a \$ 95, e inmediatamente vender el activo en el mercado para obtener \$ 100, con un beneficio neto de \$ 5. Pero al contrario que en la call, una put que se ejercitase a 95 no tendría valor intrínseco, porque no habría beneficio alguno en ejercitar la opción si el activo subyacente estuviera cotizando a un precio de \$ 100.

Hay dos características dignas de destacar sobre el valor intrínseco. En primer lugar, no es necesario conocer la prima de la opción para determinar el valor intrínseco de esa opción.; todo lo que se necesita saber es el precio de ejercicio, el precio subyacente y si la opción es call o put. En segundo lugar, el concepto de valor intrínseco se aplica igualmente a las opciones europeas y a las americanas, aún cuando las primeras no se puedan ejercitar antes de la fecha de vencimiento.

### **2.4 Valoración de opciones<sup>13</sup>**

La determinación de la prima de las opciones, se puede llevar a cabo empleando dos métodos:

a) El modelo de valuación de opciones de los profesores Fisher Black y Myron Scholes, que publicaron en 1973 su precursor artículo sobre la forma de determinar el precio de las opciones. Éste modelo se analizará en el siguiente apartado.

b) Cox, Ross y Rubinstein<sup>14</sup>, presentaron una fórmula para obtener el valor de una opción, denominado modelo binomial, que considera que un bien subyacente sólo puede tener dos precios posibles, uno a la alza y otro a la baja. Se calcula usando un diagrama de árbol, el valor presente de las posibles trayectorias que sigue el precio de una acción.

---

<sup>12</sup> Con base en: Luis Díez De Castro y Juan Mascareñas, *op. cit.*, pp. 167-171.

<sup>13</sup> *Ibid.*, pp. 207-240

<sup>14</sup> Cox, J.C., Ross, S.A. y Rubinstein, M., "Option pricing: a simplified approach", *Journal of finance economics*, septiembre, pp. 229 – 263, citado por Jaime Díaz Tinoco, y Fausto Hernández Trillo, *op. cit.*, pp. 118-122.

Este último método implica dividir el período de vigencia de la opción en un gran número de subperíodos de tiempo, en cada uno de estos subperíodos, el precio puede tomar sólo dos valores (por ello es binomial), uno a la alza y otro a la baja, cada uno con cierta probabilidad de ocurrencia. Este método consiste en adicionar el valor presente de todos los posibles resultados de los subperíodos. Trabajando cada uno de los nodos del árbol, hacia atrás se obtiene el valor de la opción en el tiempo cero. Este modelo tiene pocas restricciones y se puede utilizar para determinar el precio de las opciones donde el modelo de Black y Scholes no se podría aplicar con facilidad. Las ventajas que posee, consisten en que se puede determinar el precio de las opciones americanas y en las acciones que perciben pagos de dividendos. Sin embargo tiene una gran desventaja: necesita mucho tiempo para calcular el precio de la opción.

## 2.5 Las opciones reales<sup>15</sup>

Una opción es el derecho de hacer alguna cosa sin tener obligación de hacerla. A la evaluación de proyectos mediante opciones se le denomina el modelo de opciones reales, en primer lugar para diferenciarlas de las opciones financieras y en segundo lugar para denotar que esta aplicación considera el valor de las opciones operativas (reales) que puede entrañar el proyecto y las opciones o facilidades que la compañía puede incorporar en el diseño del proyecto.

En otras palabras es una analogía con la teoría de opciones en los mercados financieros que de alguna manera le da a la decisión de inversión una estructura dinámica lo cual no es posible con la teoría tradicional de evaluación de la inversión<sup>16</sup>.

La razón es que la compañía con una oportunidad de inversión está teniendo una opción análoga a la opción financiera de compra, por lo tanto tiene el derecho más no la obligación de comprar un activo a una fecha futura de su elección. Cuando una empresa hace un gasto de inversión irreversible, ejerce o *mata* su opción de invertir. Esto quita la posibilidad de esperar a que llegue nueva información que pueda afectar la conveniencia o el tiempo oportuno de hacer la inversión, no puede desinvertir aunque las condiciones cambien adversamente<sup>17</sup>.

El reconocimiento de que las decisiones de inversión de capital son irreversibles proporciona la habilidad para retrasar la inversión dándole más importancia a la misma. Sin embargo las compañías no siempre tienen la oportunidad de retrasar sus inversiones, por ejemplo, las consideraciones estratégicas hacen imperativo que se invierta inmediatamente antes de que lo hagan los competidores potenciales. En muchos casos es al menos factible retrasar la inversión. Los

---

<sup>15</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Juan Mascareñas, Prosper Lamothe, Francisco López Lubián y Walter de Luna, *Opciones reales y valoración de activos*, Pearson Educación 2004, pp 1-92.

<sup>16</sup> Otro enfoque acerca de las opciones reales aplicadas a proyectos de inversión puede verse en: Stewart C. Myers, "Fischer Black's contributions to corporate finance", *Financial Management*, Winter, 1993, Nueva York pp. 95-103.

<sup>17</sup> Angélica Alzugaray, op. cit., p. 115

costos del riesgo de entrada de otras compañías o pérdida de flujos de efectivo pueden ser contrarrestados con los beneficios de esperar por nueva información, y estos beneficios son frecuentemente sustanciales<sup>18</sup>. A continuación se presenta una tabla con los principales tipos de opciones reales y su descripción así como la importancia según el sector industrial:

**Tabla 1 Tipos de opciones reales**

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>	<b>Importante en:</b>
Opción para diferir	La gerencia mantiene un alquiler o una opción de compra sobre un terreno, o recurso valioso. Puede esperar varios años para ver si los precios de los productos o servicios justifican la construcción de un edificio, instalaciones, o el desarrollo del terreno.	Todas las industrias extractivas de recursos naturales; inmobiliarias entre otras.
Tiempo para crear la opción (inversión por etapas)	La inversión en etapas, a través de una serie de desembolsos, crea la opción de abandonar el proyecto a mitad de camino si la nueva información fuese desfavorable. Cada etapa puede ser contemplada como una opción sobre el valor de las etapas posteriores y valorada como una opción compuesta	Proyectos de investigación y desarrollo, especialmente farmacéuticos. Proyectos que impliquen grandes desembolsos durante mucho tiempo como: construcción a gran escala, plantas generadoras de energía, capital de riesgo al arrancar un negocio, etc.
Opción para alterar la escala de las operaciones (por ejemplo: expandir, reducir, cerrar y reiniciar)	Si las condiciones del mercado son más favorables que las esperadas, la empresa podrá expandir la escala de producción o acelerar la utilización de los recursos.  Si no ocurriese así, se podrá reducir la escala de las operaciones y en casos extremos se podrían detener totalmente y reiniciarlas cuando convenga.	Industrias de recursos naturales como las mineras;  planificación y construcción de productos en sectores cíclicos;  bienes de consumo;
Opción de abandono	Si las condiciones del mercado descienden fuertemente, la gerencia puede abandonar las operaciones actuales permanentemente y proceder a liquidar los activos de la empresa en el mercado de segunda mano.	Industrias de capital intensivo: aerolíneas y ferrocarriles;  servicios financieros;  introducción de nuevos productos en mercados inciertos.

<sup>18</sup> Dixit Avinash y Pindyck Robert, "The Options Approach to Capital Investment", *Harvard Business Review*, Vol. 73, Volumen 3, mayo/junio, 1995, p. 5-12

<p>Opción de cambio (por ejemplo: productos o insumos)</p>	<p>Si los precios o la demanda varían, la gerencia puede cambiar la combinación de los productos o servicios ofertados (flexibilidad de la producción). Alternativamente, los mismos productos o servicios pueden fabricarse utilizando diferentes tipos de insumos (flexibilidad del proceso).</p>	<p><u>Cambios en los productos o servicios:</u></p> <p>Bienes con una demanda muy volátil, p.e: electrónica de consumo, juguetes, componentes de maquinaria, autos...</p> <p><u>Cambios en los insumos:</u> Productos que dependen fuertemente del suministro de materias primas, p.e.: petróleo, energía eléctrica, química, agrícolas, etc.</p>
<p>Opciones de crecimiento</p>	<p>Una inversión temprana (como: investigación y desarrollo, arrendamiento sobre terreno no desarrollado o reservas petrolíferas, adquisiciones estratégicas, etc.) es un enlace en una cadena de proyectos interrelacionados, que posibilitan futuras oportunidades de crecimiento (p.e.: procesos o productos de nueva generación, acceso a nuevos mercados, etc).</p>	<p>Industrias estratégicas especialmente las de alta tecnología, investigación y desarrollo, o industrias con múltiple generación de productos o aplicaciones (por ejemplo: computadoras o farmacéuticas); operaciones multinacionales; adquisiciones estratégicas.</p>
<p>Opciones de múltiples interacciones</p>	<p>Los proyectos con vida real frecuentemente involucran una <i>colección</i> de varias opciones, ambas <i>call</i> y <i>put</i> están presentes en la combinación. La combinación del valor de las opciones puede diferir de la suma de opciones separadas debido a las interacciones. Pueden también interactuar con la flexibilidad de opciones financieras.</p>	<p>Proyectos con vida real en muchas industrias que se mencionaron anteriormente.</p>

Elaborado con base en: Trigeorgis Lenis, "Real Options and Interactions with Financial Flexibility.", *Financial Management*, vol. 22, Número 3, 1993, Nueva York, pp. 43-45.

## 2.6 Definición del modelo de valuación de opciones de Black y Scholes<sup>19</sup>

Fisher Black y Myron Scholes reconocidos investigadores académicos presentaron, en el año de 1973, un modelo que probablemente sea la aportación más importante en los últimos años en el campo de la teoría y práctica financiera. El modelo de valuación de opciones, conocido como el modelo de Black y Scholes, es una fórmula analítica para la valuación de opciones tipo *call* y *put*, mediante ella se puede determinar el precio teórico de una opción. Se utiliza exclusivamente en la valuación de opciones europeas, es decir aquellas que se ejercen hasta su vencimiento y para aproximar las opciones americanas, tanto de opciones de compra como de venta sobre acciones sin pago de dividendos.

### 2.6.1 Fórmula del modelo de valuación de opciones de Black y Scholes<sup>20</sup>

Esta fórmula considera ciertos supuestos para su desarrollo:

- El mercado funciona sin fricciones, es decir no existen costos de transacción, de información, requerimientos de margen, ni impuestos y los activos son perfectamente divisibles.
- Las transacciones tienen lugar de forma continua y existe plena capacidad para realizar compras y ventas sin restricciones ni costos especiales.
- Los agentes pueden prestar y endeudarse a una misma tasa, que es la tasa de interés a corto plazo expresada en forma de capitalización del dinero continua.
- Las opciones son europeas y el valor subyacente no paga dividendos en el horizonte de planeación.
- El valor de una opción sigue un proceso estocástico, que es una descripción matemática del cambio en el valor de una variable principal a través del tiempo: lo que se denomina también *caminata aleatoria de precios*.
- Una de sus principales características es que la variable cambia en forma continua a través del tiempo y que los cambios que se pudieron producir durante cualquier intervalo determinado se distribuyen normalmente.
- Los rendimientos de los precios de la acción a lo largo del tiempo siguen una distribución de probabilidad log-normal, con volatilidad (desviación estándar) y media constantes al vencimiento.

---

<sup>20</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Fischer Black y Myron Scholes "The Pricing of Options and Corporate Liabilities", *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No 3, 1973, New York, pp. 637-653.



## 2.6.2 Elementos del modelo de valuación de opciones de Black y Scholes<sup>21</sup>

La fórmula contiene todos los factores que influyen en el precio de una opción:

$$C = A N(d_1) - E e^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(A/E) + (r + \sigma^2/2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

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

C = Precio de la opción

A = Precio del activo subyacente

E = Precio de ejercicio

r = Tasa de interés

$\sigma$  = Volatilidad del precio del activo

T = Tiempo hasta el vencimiento

e = Es la constante matemática aproximada por 2.71828

Ln = Logaritmo natural

N( $d_t$ ) = Función de densidad del área bajo la curva normal estándar

La función N(x), es la función de probabilidad acumulada de que una variable distribuida normalmente sea menor a X.

Para concluir éste capítulo podemos decir que el hombre ha creado éstos instrumentos para transferir el riesgo, (como los seguros ) con diferentes coberturas y condiciones. Estos seguros tienen un costo para el usuario comúnmente llamado prima. Las decisiones de negocios no son ajenas al riesgo sino que conviven con él, por tanto se han creado instrumentos que permiten cubrirse ante la ocurrencia de sucesos no deseados y son las llamadas *opciones financieras* aquellas que nos ayudan a mitigar los efectos adversos que pudieran presentarse en ciertas variables estratégicas para el negocio, tales como tipo de cambio, tasas de interés, precios de ciertas materias primas, entre otros.

En este capítulo abordamos la teoría básica de las opciones de tal manera que en los siguientes apartados podamos retomar éstos conceptos en la aplicación práctica de los mismos en un caso real.

---

<sup>21</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Carmen Díaz, *op.cit.*, pp. 83-84

### Capítulo III. Aplicación de los métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión en México.

En este apartado, se analizarán los métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión aplicados, tanto en México como en otros países, de manera que podamos conocer las preferencias de los inversionistas hacia uno u otro método.

#### 3.1 Aplicación de los métodos de evaluación financiera de proyectos en México

En México no existe evidencia escrita acerca de los métodos de evaluación financiera de proyectos de inversión que más se aplican, pero sin lugar a dudas creemos que se aplican los tradicionales como son: período de recuperación, valor presente neto y tasa interna de rendimiento, debido a que diversas instituciones públicas y privadas solicitan estos métodos de evaluación, para la concesión de financiamiento. Lo más cercano que se pudo encontrar fue una investigación acerca de las métricas de medición de la generación de valor que aplican las empresas mexicanas y que se plasmó en el capítulo de un libro<sup>1</sup>.

Para determinar los métodos más usados se realizó una encuesta a una muestra de más de 300 ejecutivos que cursaron o actualmente cursan una maestría o especialidad de posgrado en la Facultad de Contaduría y Administración de la UNAM<sup>2</sup>.

Se clasificaron a las empresas de acuerdo con su tamaño tomando en cuenta lo estipulado por la Secretaría de Economía:

**Tabla 2**  
**Clasificación de las empresas mexicanas por número de empleados según el sector**

	<b>INDUSTRIA</b>	<b>COMERCIO</b>	<b>SERVICIOS</b>
<b>MICRO</b>	Hasta 30	Hasta 5	Hasta 20
<b>PEQUEÑA</b>	De 31 a 100	De 6 a 20	De 21 a 50
<b>MEDIANA</b>	De 101 a 500	De 21 a 100	De 51 a 100
<b>GRANDE</b>	Más de 500	Más de 100	Más de 100

Fuente : Secretaría de Economía, "Acuerdo de estratificación de empresas micro, pequeñas, medianas y grandes", publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de marzo de 1999, pp. 5-6.

Con base en esta clasificación se determinó que la muestra estuvo representada de la siguiente manera<sup>3</sup>:

<sup>1</sup> FCA UNAM, Price Waterhouse Coopers e IMEF, *Valuación de Empresas y Creación de Valor*, México, 2002, pp. 250-255.

<sup>2</sup> Para profundizar acerca de esta investigación ver: FCA UNAM, Price Waterhouse Coopers e IMEF, *op cit*, pp 250 -270

<sup>3</sup> *Ibid*, p. 277

- Micro y pequeñas empresas 45%.
- Medianas empresas 27%.
- Grandes empresas 28%.

De igual forma, la clasificación por sector fue la siguiente:

- Industrial 20%.
- Comercial 31%.
- Servicios financieros 14%.
- Servicios no financieros 35%.

De esta manera el análisis de las encuestas arrojaron los resultados siguientes:

### **Micro y pequeñas empresas**

- El 60% de las micro y pequeñas empresas no aplica ningún método para medir la generación de valor.
- De las que sí los aplican, la mayoría utiliza entre uno y tres métodos. Los más utilizados por orden de importancia son los siguientes: razones financieras, flujo libre de efectivo y variaciones.
- Sólo el 10 % de las empresas mencionaron el EVA<sup>4</sup>. Estas empresas en su mayoría pertenecen al sector de servicios financieros.
- Se observa un desconocimiento generalizado del GEO<sup>5</sup>, del ROI<sup>6</sup>, del RION<sup>7</sup> y del EBITDA,<sup>8</sup> ya que fueron mencionados en menos del 4% de los casos.

### **Medianas empresas**

- El 29% de las medianas empresas no aplica ningún método para medir la generación de valor.
- De las que sí los aplican, la mayoría utiliza entre uno y cuatro métodos. Los más utilizados por orden de importancia son los siguientes: razones

---

<sup>4</sup> EVA, por sus siglas en inglés Economic Value Added, es una metodología para determinar la generación o destrucción de valor de las empresas, con base al uso eficiente del capital invertido y el costo de capital promedio ponderado.

<sup>5</sup> GEO, por sus siglas en español Generación Económica Operativa, es una metodología que mide el rendimiento sobre la inversión operativa neta después de impuestos, en relación con el costo promedio ponderado de capital.

<sup>6</sup> ROI, por sus siglas en inglés Return over Investment, es el resultado de la aplicación del método *Du-Pont*, y representa una herramienta para analizar el rendimiento que la empresa tiene desde el punto de vista financiero.

<sup>7</sup> RION, por sus siglas en español Rendimiento sobre la Inversión Operativa Neta, se usa como una herramienta para medir la capacidad que tiene la empresa para aprovechar en forma adecuada sus recursos

<sup>8</sup> EBITDA, por sus siglas en inglés *Earning Before Interests Taxes Depreciations and Amortizations* es la utilidad antes de intereses, impuestos, depreciaciones y amortizaciones, este método representa el margen de utilidad en efectivo que tiene la empresa.

financieras, flujo libre de efectivo, porcentos integrales, variaciones y tendencias.

- Sólo el 13 % de las empresas mencionaron el EVA.
- Se observa un desconocimiento generalizado del GEO, del ROI, del RION y del EBITDA, ya que fueron mencionados en menos del 6% de los casos.

### **Grandes empresas<sup>9</sup>**

- Todas las grandes empresas aplican algún método para medir la generación de valor. La mayoría aplica entre tres y seis métodos.
- Los más utilizados son: razones financieras, flujo libre de efectivo, porcentos integrales , variaciones, tendencias, EBITDA y EVA.
- El 23 % de las empresas mencionaron el EVA.
- Se observa una escasa aplicación del GEO en el 5% de los casos, y a diferencia de las micro, pequeñas y medianas empresas se observa un conocimiento del ROI, del RION y del EBITDA.

En la investigación mencionada se pudo concluir que no existe una cultura enfocada a aplicar los métodos que han sido diseñados para medir explícitamente la generación de valor económico en las empresas. En la gran mayoría se aplican criterios de análisis financiero tradicional que si bien permiten, de alguna forma, medir la capacidad de generar valor, éstos distan mucho de proporcionar una información completa de lo que es la capacidad de generar valor económico en la empresa.

Aun siendo débil esta cultura se ha desarrollado más en la gran empresa, pero no así en las micro, pequeñas y medianas.

El hecho de que se muestre cierto desconocimiento del EVA y un desconocimiento generalizado de métodos que nos permiten, de alguna manera, medir la generación de valor en forma más adecuada que los métodos financieros tradicionales nos indica que se tiene que trabajar para crear una cultura empresarial enfocada a la administración basada en el valor.

**Tabla 3**  
**Métodos utilizados para medir la generación de valor en México**

<b>Métodos/ Empresa</b>	<b>Micro y Pequeña</b>	<b>Mediana</b>	<b>Grande</b>
-------------------------	------------------------	----------------	---------------

<sup>9</sup> *Idem*, p. 278

<b>Ninguno</b>	60%	29%	0%
<b>EVA</b>	10%	13%	23%
<b>Los demás métodos usados en orden de prioridad:</b>			
Razones financieras	1°	1°	1°
Flujo libre de efectivo	2°	2°	2°
Variaciones	3°	4°	4°
Porcientos integrales		3°	3°
Tendencias		5°	5°
<b>Los métodos menos aplicados:</b>			
GEO	Menos del 4% de las empresas los Utilizan	Menos del 6% de las empresas los Utilizan	5%
ROI			Sí lo aplican
RION			Sí lo aplican
EBITDA			Sí lo aplican

Elaborado con base en: FCA UNAM, Price Waterhouse Coopers e IMEF, *valuación de empresas y creación de valor*, México, 2002, pp. 250-251.

### 3.2 Aplicación de los métodos de evaluación financiera en otros países.

John Graham y Cambell Harvey<sup>10</sup> realizaron el año 2001 un estudio del uso de las diferentes técnicas y modelos enunciados en la teoría financiera por parte de 392 directivos de un amplio espectro de empresas norteamericanas sus principales conclusiones son:

- Las empresas grandes confían firmemente en las técnicas de valor presente y en el modelo de valoración de activos de capital mientras que las empresas pequeñas están relativamente a gusto utilizando el criterio del período de recuperación.
- Un número sorprendente de compañías utilizan el riesgo de la empresa más bien que el riesgo del proyecto en la evaluación de nuevas inversiones.
- Las empresas están preocupadas acerca de la flexibilidad financiera y de la calificación crediticia cuando emiten deuda, y acerca de la dilución de los beneficios por acción y la apreciación del precio del título cuando emiten acciones. Encontramos algún apoyo a las hipótesis de la estructura del capital de la teoría de la jerarquía de las fuentes de financiación (*pecking-order theory*) y el uso de ratios de apalancamiento óptimos (*trade-off theory*), pero hay poca evidencia de que los directivos estén preocupados por la sustitución de activos, la información asimétrica, los costes de transacción, los flujos de caja libres o los impuestos personales.

<sup>10</sup> Con base en: Harvey J. Graham, "The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field", *Journal of Financial Economics*, n° 60, 2001, pp. 187-243.

En la tabla siguiente se muestran los resultados de la parte de dicho estudio que atañe al uso de los modelos de evaluación de proyectos de inversión, mismas que pueden utilizarse de manera simultánea.

**Tabla 4**  
**Métodos de evaluación financiera más utilizados en empresas norteamericanas**

<b>Método</b>	<b>Porcentaje de uso</b>
Tasa interna de rendimiento (TIR)	75,61%
Valor presente neto (VPN)	74,93%
Tasa de rendimiento requerida	56,94%
Plazo de recuperación	56,74%
Análisis de sensibilidad	51,54%
Múltiplo de beneficios	38,92%
Plazo de recuperación descontado	29,45%
Opciones reales	26,59%
Tasa de rendimiento contable	20,29%
Simulación / Valor en riesgo (VAR)	13,66%
Índice de rentabilidad	11,87%
Valor actual ajustado	10,78%

Fuente: Harvey J. Graham, "The theory and practice of corporate finance: Evidence from the field", *Journal of Financial Economics*, n° 60, Nueva York, 2001, p. 190

Como se aprecia el criterio de la tasa interna de rendimiento y el del valor presente neto son los más utilizados; el plazo de recuperación es prácticamente el siguiente de los métodos más utilizados en especial en las pequeñas empresas donde se utiliza en un 68%, sin embargo el plazo de recuperación descontado se utiliza casi la mitad de las veces que el anterior método.

Por otro lado, es interesante destacar el cada vez mayor uso que se hace de la metodología de las opciones reales en la evaluación de proyectos en las empresas estadounidenses.

## Capítulo IV. Los proyectos de inversión evaluados con el modelo de opciones reales<sup>1</sup>

Esta metodología que ha comenzado a utilizarse en los últimos años del siglo XX de forma complementaria al VPN, consiste en valorar los activos (proyectos de inversión, empresas, etc.) como si fueran opciones; esto es, el propietario tiene el derecho a realizar el proyecto, pero no la obligación, y por ello paga un precio: la prima de la opción. En el caso de los proyectos de inversión este método demuestra su utilidad cuando el VPN medio esperado está próximo a cero y hay una gran incertidumbre sobre su valor.

Esto indica que las opciones reales son especialmente valiosas para proyectos que involucran un alto nivel de incertidumbre y la oportunidad de disipar dudas con nueva información<sup>2</sup>. También se hace necesario señalar que el modelo de opciones reales considera una realidad importante: las decisiones de negocios en muchas industrias y situaciones pueden implementar la flexibilidad a través de diferir, abandonar, expandir o realizar por etapas la inversión que, en efecto constituyen opciones reales. Esto quiere decir que en términos financieros, una estrategia de negocios como lo es el invertir en un proyecto de largo plazo, es mucho más semejante a una serie de opciones que a una serie de estáticos flujos de efectivo<sup>3</sup>

La metodología utilizada es la misma que la de la valoración de opciones financieras. Entre las opciones reales más conocidas están las de: diferir, ampliar, reducir, cerrar temporalmente, abandonar, aprendizaje, compuestas, etc<sup>4</sup>. La ventaja de la evaluación con opciones reales es que explícitamente reconoce e incorpora el valor de realizar o diferir la inversión, expandir, cambiar de tecnología o detener la inversión<sup>5</sup>.

Existe una opción real cuando existe la posibilidad de alterar el curso de los acontecimientos futuros ante un cambio de circunstancias y cuando existe un espacio de tiempo hasta la toma de decisión sobre esa oportunidad.

### 4.1 El modelo de valoración de opciones de Black y Scholes y el modelo del valor presente neto: una comparación<sup>6</sup>

Una de las discrepancias entre ambos métodos consiste en los supuestos implícitos que hace cada uno de ellos en cuanto a la actitud del inversionista. El

---

<sup>1</sup> Este apartado se ha elaborado con base en : Thomas E. Copeland y Philip T. Keenan , "Making real options real", *The McKinsey Quarterly*, No 3,1998, pp. 128-141.

<sup>2</sup> *Idem*, p. 129.

<sup>3</sup> Timothy Luehrman, "Strategy as a Portfolio of Real Options", *Harvard Business Review*, Septiembre-Octubre,1998, p. 90-99.

<sup>4</sup> Juan Mascareñas , *Innovación Financiera. Aplicaciones para la gestión empresarial*, Madrid, Mc. Graw Hill, 1999, pp. 125-126.

<sup>5</sup> Este apartado ha sido elaborado con base en: Benjamin C. Esty, "Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects", *Journal of Project Finance*, Primavera, Vol. 5,1999, pp. 19-28.

<sup>6</sup> Francisco López Lubián, "Trampas en la Valoración de Negocios" ,*Harvard Deusto Business Review*, Marzo-Abril, 2001, Madrid, pp. 23-34

valor presente neto asume que el inversionista es pasivo, es decir está sólo preocupado por los rendimientos de sus acciones o los intereses que le generan sus bonos, pero no por lo que dichos instrumentos financieros le permitan hacer posteriormente<sup>7</sup>. La pasividad del inversionista se fundamenta en que a él mismo no le interesa la teneduría de un instrumento financiero salvo por los dividendos o ganancias de capital que le genera, sin considerar que le puede brindar otros beneficios.

El método de opciones en cambio, asume que el inversionista es activo y que está interesado no sólo por el proyecto en sí como un fin por sí mismo, sino que lo valúa tomando en cuenta también las oportunidades y opciones que le brinda al entrar en un proyecto determinado en el futuro. Es un inversionista que busca activamente qué opciones tiene al llevar a cabo una inversión en particular. Un proyecto vale no sólo por sí mismo sino también por las alternativas de acción que le ofrece al inversionista en el futuro y eso lo reconoce el método de valoración de opciones.

Existen varias situaciones donde el método de VPN se contrapone a lo que sugiere el método de valuación de opciones, de este modo tenemos:

**a) Aceptar proyectos de inversión con VPN menores a cero.**

El método de opciones sugiere iniciar proyectos, aún cuando en el momento de ser analizados tienen un valor presente neto negativo, cuando el proyecto en cuestión es la puerta de entrada de mercados estratégicos en los que se pueden desarrollar otros proyectos muy rentables una vez que la empresa se ha establecido.

Este tipo de inversiones dan la pauta de entrada a mercados a los que después es muy difícil acceder por las barreras a la entrada que construyen las empresas que son primeros entrantes y líderes del mercado. Por tanto, es incorrecto juzgar este tipo de inversiones por sí mismas pues el valor que agregan a la empresa va más allá de los flujos de efectivo que generan y esto es algo que el método de valor presente neto nunca ha reconocido.

Siguiendo la regla de decisión del VPN la empresa frena su crecimiento innecesariamente y se priva de oportunidades de inversión futuras y de largo plazo que pueden llegar a ser muy atractivas. Lo más grave del caso es que para cuando la empresa desee embarcarse en dichos proyectos atractivos puede ser muy tarde, con un costo de inversión muy alto por las barreras a la entrada establecidas por las empresas que sí entraron cuando era el momento oportuno. O puede darse el caso que la empresa tenga que esperar un plazo mucho mayor por el posible registro de patentes o derechos ganados por las empresas establecidas.

---

<sup>7</sup> Adquirir derechos sobre la empresa en el largo plazo, por ejemplo.



En realidad la estrategia de entrar a un mercado con un proyecto perdedor (no rentable desde el punto de vista del VPN) pero que brinde la opción de continuar con otros proyectos es una estrategia que ya han seguido otras empresas pero de manera intuitiva. El método de opciones provee herramientas analíticas con las que se puede cuantificar el valor de este tipo de estrategias.

Entonces podemos decir que es conveniente iniciar proyectos con un valor presente menor a cero ( $VPN < 0$ ) si estos tienen un valor adicional al previsto por sus flujos de efectivo.

#### **b) No aceptar proyectos con VPN poco positivo**

El método de opciones sugiere diferir la inversión en un proyecto aunque este tenga un valor presente neto positivo si el mismo es pequeño y el proyecto no ofrece la posibilidad de invertir en otro tipo de proyectos futuros. Esto indica que no es apropiado iniciar un proyecto aún cuando el mismo provea un VPN mayor a cero si éste es pequeño y si el proyecto no ofrece otras opciones de inversión futuras. Puede ser mejor estrategia mantener la opción de inversión viva y esperar para obtener más información.

#### **c) Valuar proyectos dividiéndolos por etapas**

El método de opciones sugiere que los proyectos de inversión pueden ser divididos en diferentes etapas para su evaluación. De esta manera los proyectos pueden ser concebidos como activos u opciones compuestas por muchas otras opciones simples de inversión, donde cada etapa del proyecto es una opción diferente que de llevarse a cabo brinda a la empresa la opción americana *call* de continuar con el resto de las etapas del proyecto.

La empresa tiene el derecho pero no la obligación de ejecutar cada una de las etapas para proseguir con el proyecto si las perspectivas del mismo son favorables, y si no lo son entonces la empresa deja expirar la opción de inversión sin valor, perdiendo únicamente los recursos invertidos en las etapas iniciales que si se llevaron a cabo.

De esta manera es perfectamente posible y racional el aceptar iniciar un proyecto que se encuentra *fuera del dinero* o que según el método tradicional debería ser rechazado por tener un VPN menor a cero.

### **4.2 Analogía entre los elementos de los proyectos de inversión y los elementos del modelo de valoración de opciones<sup>8</sup>**

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

---

<sup>8</sup> Este apartado ha sido elaborado con base en: Juan Mascareñas, *et. al.*, *opciones reales y valoración de activos*, Prentice Hall, Madrid, 2004, pp. 5-9.

Como parece lógico, las opciones reales son aquéllas cuyo activo subyacente es un activo real como, por ejemplo, un inmueble, un proyecto de inversión, una empresa, una patente, etcétera.

Un proyecto de inversión es en realidad una opción real porque es una opción que no se cotiza en ningún mercado financiero. Una empresa tiene la opción más no la obligación de invertir en un proyecto determinado. La opción de inversión otorga el derecho de adquirir un bien subyacente el cual es igual a los flujos libres de efectivo positivos del proyecto.

La adquisición de dicho bien subyacente se lleva a cabo a un precio de ejercicio el cual es el costo de llevar a cabo la inversión. Dicha inversión se puede llevar a cabo en el momento presente o en cualquier momento futuro, donde el tiempo que transcurra entre el momento en que se concibe un proyecto y el momento en que se lleva a cabo se puede concebir como el tiempo de expiración de la opción.

Se llevará a cabo una inversión sólo si el valor presente de los flujos libres de efectivo futuros excede al precio de ejercicio del proyecto o lo que es lo mismo su costo de inversión, de otra manera el proyecto debe ser descartado y por tanto no vale nada. El valor de ambos tipos de opciones es función de seis variables:

### **Variables de las opciones *proyectos de inversión*<sup>9</sup>**

La analogía entre las variables del modelo de valoración de opciones y los elementos de los proyectos se presenta a continuación:

#### **a) Precio del bien subyacente**

En la opción financiera indica el precio actual del activo financiero subyacente, mientras que en la opción real indica el valor actual del activo real subyacente, es decir, el valor presente de los flujos futuros y libres de efectivo que se espera genere dicho activo. En el caso de la opción financiera lo normal es conocer con certeza el valor del activo financiero subyacente, mientras que en el caso de las opciones reales muchas veces el valor actual del activo real subyacente sólo se conoce en forma aproximada.

#### **b) Precio de ejercicio de la opción**

En la opción financiera indica el precio al que el propietario de la opción puede ejercerla, es decir, el precio que puede pagar para comprar el activo financiero subyacente (*call*), o el precio que le pagarán por venderlo (*put*). En la opción real, indica el precio a pagar por hacerse con el activo real subyacente, es decir con sus flujos de caja (por ejemplo, en un proyecto será la inversión inicial); o el precio al que el propietario del activo subyacente tiene el derecho a venderlo, si la opción es de venta.

---

<sup>9</sup> con base en: Juan Mascareñas, *et. al., op. cit.*, pp. 5-9.

### **c) Volatilidad del bien subyacente**

Es una medida de la posible variabilidad que pueden experimentar los flujos de efectivo positivos en el futuro. Se mide mediante la desviación estándar de los cambios en los flujos mencionados.

La volatilidad de los flujos depende a su vez de la probable variabilidad que experimenten los distintos rubros que conforman el flujo libre de efectivo. Al llevarse a cabo la evaluación de un proyecto siempre existe la posibilidad de que posteriormente a la estimación de sus flujos ocurran cambios dentro de la empresa, en el entorno competitivo en el que se encuentra en la economía nacional o inclusive internacional que modifiquen dichas estimaciones de manera importante. Por ejemplo, el gobierno podría otorgar estímulos fiscales; la demanda por el producto podría aumentar de manera inesperada; podría disminuir la tasa de interés a la cual se piensa financiar parte del proyecto; podría salir al mercado nueva maquinaria con una tecnología mucho más eficiente que prometiera mayor productividad a un costo menor lo que traería como consecuencia un aumento en el flujo operativo propio del proyecto; o podrían crearse barreras a la entrada de nuevos competidores incrementándose con todas estas posibilidades el flujo de efectivo.

Por el contrario también podrían ocurrir eventos que impacten de una manera negativa el flujo de efectivo como por ejemplo nuevas regulaciones gubernamentales tendientes a incentivar una mayor competencia dentro del mercado específico que se desea atacar; la destrucción de barreras a la entrada de nuevos competidores por la reducción del capital necesario para iniciar un nuevo proyecto; el aumento en el poder de negociación de posibles proveedores y clientes; o el encarecimiento repentino del crédito. Todas estas posibilidades se resumen en una sola medida la cual es la volatilidad de los flujos de efectivo y que es muy importante para valuar la opción de inversión.

### **d) Tasa de interés**

Como en el caso de las opciones financieras se utiliza para la valuación de la opción de invertir en un proyecto de capital, esta tasa de interés libre de riesgo representa el costo de oportunidad del dinero a invertirse en el proyecto.

### **e) Tiempo hasta el vencimiento**

Se define como el plazo máximo que una empresa puede diferir un proyecto específico y puede todavía invertir en el mismo. El tiempo a vencimiento obviamente varía mucho entre distintos proyectos dependiendo de las características de los mismos, de los mercados a los que se enfoquen, del grado de rivalidad existente entre los competidores y de los plazos fijados en acuerdos de libre comercio entre países y de normas establecidas dentro de un país para poder llevar a cabo los proyectos entre otros factores.

El tiempo a vencimiento de los proyectos deberá ser fijado por la misma compañía de acuerdo a las estimaciones que la misma haga en cuanto a la factibilidad de poder diferir o no sus proyectos de capital y de qué tanto tiempo es posible retrasar un proyecto y aún tener la posibilidad de llevarlo a cabo.

## f) Los dividendos

Dinero líquido generado por el activo subyacente durante el tiempo que el propietario de la opción la posee y no la ejerce. Si la opción es de compra, este dinero lo pierde el propietario de la opción (porque si hablamos de una opción de compra de acciones, mientras ésta no se ejerza su propietario no será accionista, y por tanto, no tendrá derecho a los dividendos). En el caso de las opciones reales de compra, es el dinero que genera el activo subyacente (o al que se renuncia) mientras el propietario de aquélla no la ejerza.

**Tabla 5**

### **Analogía entre los elementos de los proyectos de inversión y los elementos del modelo Black y Scholes**

<b>Proyecto de inversión</b>	<b>Variable</b>	<b>Opción de compra</b>
Desembolsos requeridos para adquirir el activo	E	Precio de ejercicio
Valor presente de los flujos de efectivo del proyecto	A	Precio de la acción
Plazo máximo que se puede demorar la decisión de inversión	T	Tiempo hasta el vencimiento
Riesgo del activo operativo subyacente	$\sigma^2$	Varianza de los rendimientos
Valor temporal del dinero	$R_f$	Tasa de interés sin riesgo

Fuente: Juan Mascareñas, "Las decisiones de inversión como opciones reales un enfoque conceptual", *Apuntes de estudio*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2000, p. 3

La posibilidad de posponer una inversión proporciona a la empresa un tiempo adicional para examinar la tendencia de los acontecimientos futuros reduciendo, al mismo tiempo, la posibilidad de incurrir en costosos errores debido a que los acontecimientos se han desarrollado en contra de lo previsto.

Cuanto mayor sea el intervalo de tiempo ( $t$ ), que se tiene de margen para demorar la decisión final, mayor será la posibilidad de que los acontecimientos se desarrollen de forma favorable aumentando la rentabilidad del proyecto. Es evidente, que si dichos acontecimientos fuesen contrarios a los intereses del inversionista, éste renunciaría a realizar el proyecto evitando así una pérdida innecesaria.

Asimismo un aumento de la tasa de interés sin riesgo ( $r_f$ ) produce un descenso del valor del activo subyacente (al penalizar el valor presente de los flujos de efectivo esperados) y, al mismo tiempo, reduce el valor presente del precio de ejercicio. Por lo general, pero no siempre, el efecto neto resultante induce a pensar que un aumento de la tasa de interés sin riesgo provoca un aumento del valor de la opción de compra (y un descenso en el valor de la opción de venta)

Los dividendos repartidos por el activo subyacente también afectan al valor de la opción. Como sabemos el valor de una acción desciende en el momento de

repartirse los dividendos . Por ejemplo, si una acción vale 10 pesos un instante antes de repartirse un dividendo de 50 centavos, un instante después el valor de la acción se situará en 9.50 pesos. Si el valor de la acción subyacente desciende también lo hará el valor de la opción de compra (a la de venta le pasará lo contrario).

Entre las variables que afectan el valor de las opciones reales hemos visto que una de ellas es la volatilidad o riesgo del activo real subyacente (proyecto de inversión). Esta variable juega a favor del valor de las opciones, de tal manera que cuando el riesgo aumenta provoca un incremento del valor de las opciones, y si aquél se reduce se producirá un descenso del valor de la opción. Así, el efecto positivo del riesgo se debe a que existe una asimetría entre las pérdidas y ganancias. Por ejemplo en el caso de la opción para realizar (call) un proyecto de inversión, un aumento de los flujos de caja que se espera que genere el proyecto subyacente hará aumentar la ganancia potencial para el propietario de la opción que incluso, puede decidirse a ejercerla e invertir en el proyecto para conseguir un VPN suficientemente grande con bastante seguridad. Por otra parte, lo más que puede implicar un gran descenso de los flujos de caja esperados es que el propietario, al ver que su VPN sería negativo, no ejerza la opción de realizar la inversión y, por tanto evitar las pérdidas.

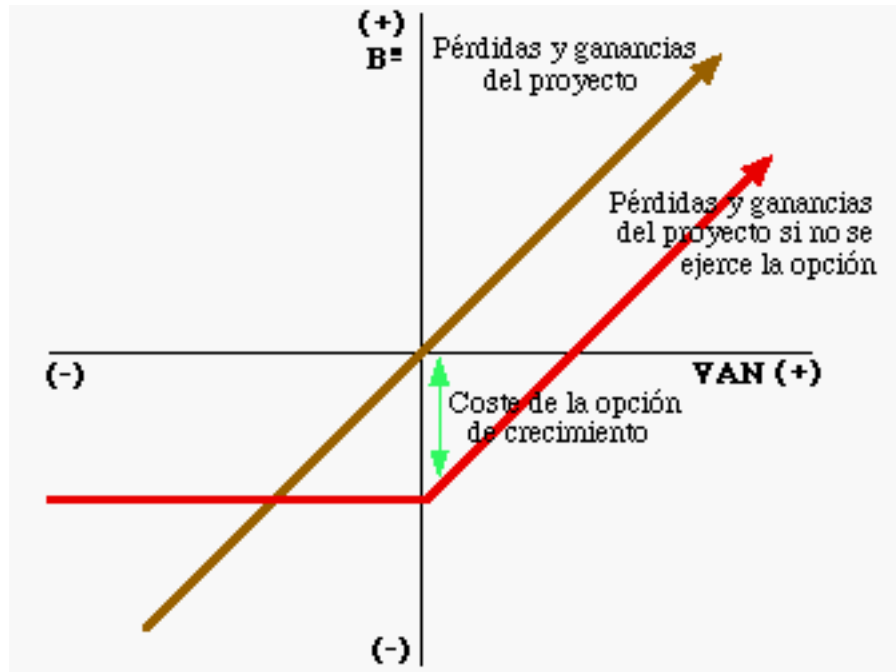
Esto se puede contemplar en la gráfica 2 donde la diagonal representa el VPN real de un proyecto de inversión. Aunque inicialmente el VPN sea positivo, si el proyecto tiene mucho riesgo una vez iniciado, el inversionista puede sufrir pérdidas si se da un escenario pesimista. Para evitar esto, se puede contemplar como una opción de compra, de tal manera que sólo se invierta dinero en el proyecto cuando haya constancia de que los flujos de efectivo van a crecer, asegurando con ello el éxito de la inversión. Pero para hacer esto es necesario poder esperar un cierto tiempo antes de acometer la inversión con objeto de ver cómo evoluciona la demanda potencial del producto o servicio que va a generar el proyecto. A esta espera se le denomina opción de diferir y, como toda opción cuesta dinero.

Claro que hay que tener en cuenta que aunque un aumento del riesgo del proyecto puede aumentar el valor de la opción, en el contexto del presupuesto de capital, podría aumentar el coeficiente de volatilidad *beta* del activo y reducir el valor presente neto del escenario base a través del incremento de la tasa de descuento.

Por ello, habrá casos en que el aumento de valor de la opción real supere al descenso del VPN pero existirán otros en que ocurra exactamente lo contrario. Concretando, un aumento del valor de la opción de invertir no significa que aumente el deseo realizar el proyecto, puesto que el aumento del riesgo reduce el deseo de invertir en la actualidad (o retrasa la decisión de inversión) si no que potencia el valor de esperar a ver cómo se decantan los acontecimientos futuros.

Gráfica 2

La asimetría entre las ganancias superiores y las pérdidas inferiores derivadas de la tenencia de una opción



Tomado de: Juan Mascareñas, "Las decisiones de inversión como opciones reales un enfoque conceptual", *Apuntes de estudio*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, 2000, p. 4

Todo esto nos llevaría a pensar que las empresas deberían demorar todo lo posible la realización de sus proyectos hasta estar seguras de que éstos producen un VPN positivo; sin embargo, Kester<sup>10</sup> observó que las empresas tienden a comprometer fondos en las inversiones más pronto que tarde, a pesar de la posibilidad de diferir en el tiempo dicho compromiso lo que contradice lo comentado en los párrafos anteriores.

El motivo para renunciar a mantener la opción de diferir el proyecto estriba en que una opción es más valiosa cuando se posee en exclusiva que cuando es compartida porque los competidores pueden replicar las inversiones de la empresa consiguiendo con ello la reducción de la rentabilidad del proyecto.

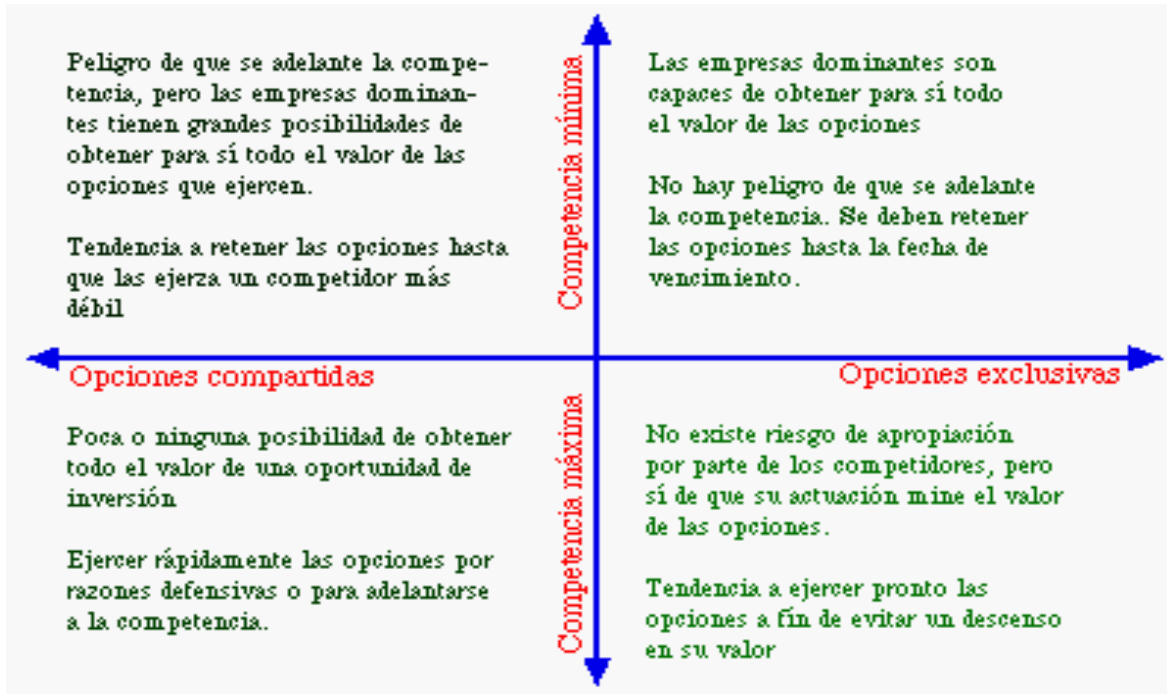
Así que éste último se realizará antes de la fecha de vencimiento de la opción siempre que el costo de su diferimiento supere al valor sacrificado al ejercer anticipadamente la opción de diferir la inversión. Esto suele ocurrir cuando (véase la gráfica 3):

---

<sup>10</sup> Carl Kester, "Today's options for tomorrow's growth", *Harvard Business Review*, marzo-abril, p. 153, citado por Juan Mascareñas *et. al.*, *Opciones reales y valoración de activos*, Prentice Hall, Madrid, 2004, p. 4.

Gráfica 3

Las opciones de crecimiento y el factor tiempo



Tomado de : Juan Mascareñas, *et. al.*, *opciones reales y valoración de activos*, Prentice Hall, Madrid, 2004, p.15

- a) Las opciones son compartidas
- b) El VPN del proyecto es alto
- c) Los niveles de riesgo y las tasas de interés son bajos
- d) Hay una gran competitividad en el sector

**4.3 Relación entre los proyectos de inversión y las opciones a través de su valoración<sup>11</sup>.**

Con base en lo expuesto, podemos redefinir la regla de decisión del VPN que recordemos, recomendaba aceptar un proyecto cuando el valor de una unidad de capital era superior o igual a su costo de adquisición e instalación. Esta regla ignora el costo de oportunidad de realizar la inversión ahora, renunciando a la opción de esperar para obtener nueva información. Por tanto, para que un proyecto de inversión sea realizable el valor actual de los flujos de caja esperados

<sup>11</sup> Este apartado ha sido elaborado con base en: Juan Mascareñas, *et. al.*, *opciones reales y valoración de activos*, Prentice Hall, Madrid, 2004, pp. 11-15

deberá ser superior a su costo de adquisición e instalación, al menos en una cantidad igual al valor de mantener viva la opción de inversión.

Dicho de otro modo, el valor global de un proyecto de inversión en la actualidad, llamémoslo VPN ampliado, será:

$$\text{VPN ampliado} = \text{VPN} + \text{VP (Opciones implícitas)}$$

La evaluación de proyectos de inversión a través de la metodología de opciones reales se basa en que la decisión de invertir puede ser alterada fuertemente por el grado de irreversibilidad, la incertidumbre asociada y el margen de maniobra del decisor.

En concreto la valoración de opciones reales es más importante cuando:

- a) Existe una gran incertidumbre donde el equipo directivo puede responder flexiblemente a la nueva información. Si la incertidumbre fuese pequeña o no existiese (una inversión en bonos sin riesgo, por ejemplo) las opciones carecerían de valor puesto que serían inútiles.
- b) El valor del proyecto está próximo a su umbral de rentabilidad ( si el VPN es muy grande casi con toda seguridad el proyecto se realizará sea cuál sea su flexibilidad; por otro lado si el VPN es muy negativo el proyecto será desechado sin hacer caso del valor de la flexibilidad). Por ejemplo si tenemos un proyecto con un VPN próximo a cero pero cuyo valor puede oscilar 300 millones de pesos hacia arriba o hacia abajo; en este caso una opción de diferir el proyecto tendrá un gran valor porque permitirá esperar a ver por dónde se decanta el VPN en el futuro.

#### 4.4 Tipos de opciones reales<sup>12</sup>

El modelo de opciones reales es una herramienta de evaluación superior puesto que provee un marco de trabajo donde se puede realizar una aplicación estratégica, el poder real de las opciones consiste en que puede incorporar la estrategia en la evaluación. La aplicación de las opciones reales en cada posibilidad de inversión puede mejorar la estrategia de la compañía en cuatro aspectos:

- a. **Enfatizando oportunidades.** Una estrategia evaluada con opciones reales enfatiza la lógica de la oportunidad estratégica, forzando a los administradores a comparar cada oportunidad incremental que aparezca de las inversiones existentes con un completo rango de oportunidades que se presentan para esta. Este enfoque es especialmente importante en industrias maduras, donde existe inercia administrativa.

---

<sup>12</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Keith J. Leslie y Max P. Michaels, "The Real Power of real options", *The Mc Kinsey Quarterly*, No 3, Londres, 1997, pp. 97-108.



- b. Promoviendo un apalancamiento elevado.** Las opciones reales promueven un apalancamiento estratégico ya que alienta a los administradores a explotar situaciones en las cuales la inversión incremental puede mantener a la compañía en el negocio. Las inversiones multietapas en la exploración de petróleo, perforación y proceso de producción es altamente apalancada, así la inversión en exploración representa sólo una fracción del total .
- c. Maximizando derechos.** Los inversionistas en licencias de explotación, tienen la oportunidad de desarrollar ciertos derechos sobre las utilidades.
- d. Minimizando obligaciones.** Las opciones financieras no imponen la obligación para invertir; por lo tanto, los inversionistas están protegidos si el precio de la acción cae por debajo del precio de ejercicio. La estrategia de opciones reales incorpora esta característica dentro de un mercado real de inversiones, minimizando las obligaciones de los administradores en situaciones caracterizadas por incertidumbre e irreversibilidad.

Así la aplicación de opciones reales conduce a los administradores hacia la maximización de oportunidades y minimización de obligaciones, asegurando que la compañía piense en cada situación como una inversión inicial contra una posibilidad futura. Y como resultado de esto el campo de visión del administrador se extiende hacia el largo plazo. Entre los principales tipos de opciones reales tenemos<sup>13</sup>:

**1. La opción de diferir una inversión.** La posibilidad de diferir tiene que ver con dos orígenes del valor: primero debemos siempre tratar de hacer los desembolsos más tarde que temprano, dado que el dinero tiene un valor en el tiempo. Segundo, el valor de los activos operativos que se intenta adquirir puede cambiar. Si su valor aumenta estaremos fuera y podremos adquirirlo simplemente realizando la inversión. Si su valor baja podemos decidir no adquirirlo. El hecho de esperar nos permite realizar buenas inversiones y evitar pérdidas .

**2. La opción de ampliar una inversión.** Si los precios u otras condiciones del mercado resultan ser mucho más favorables que lo inicialmente esperado, la dirección podría acelerar sus planes de expansión de la producción (en un determinado porcentaje) incurriendo en un costo adicional.

**3. La opción de reducir una inversión.** Si las condiciones del mercado resultasen ser peores que las esperadas, la compañía podría operar con menor capacidad productiva, e incluso, podría optar por reducirla en un determinado porcentaje lo que le permitiría ahorrar parte de los fondos iniciales previstos.

Este tipo de opción puede resultar muy útil en el caso de la introducción de nuevos productos en mercados inciertos, o en el caso de tener que elegir entre tecnologías o plantas industriales con diferentes relaciones construcción-

---

<sup>13</sup> Este apartado se ha desarrollado con base en: Timothy A. Luehrman , “Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers” *Harvard Business Review*, Junio - Agosto, 1998 pp. 51-67.

mantenimiento en cuanto a costos (se podría elegir una planta de bajo costo pero de alto mantenimiento, que permitiese la reducción de este último en el caso de que la demanda no respondiese adecuadamente).

**4. La opción de cerrar temporalmente las operaciones.** En cierto tipo de industrias como las de extracción de recursos naturales (minería, petróleo, gas, etc.) o en la planificación o construcción de industrias cíclicas, moda, bienes de consumo, etc. existe la posibilidad de detener temporalmente la totalidad del proceso productivo cuando los ingresos obtenidos son insuficientes para hacer frente a los costos variables operativos y de volver a producir cuando la situación mejore.

**5. La opción de cerrar definitivamente las operaciones.** La empresa no tendrá que seguir incurriendo en costos fijos si no se vislumbra una mejora en las condiciones del negocio o existen otras causas que aconsejen el abandono definitivo del proyecto. Esto es, la directiva tiene la opción de abandonar el proyecto a cambio de su valor residual<sup>14</sup>.

Éstos tipos de opciones reales descritas, pueden ser identificadas en determinados proyectos de inversión, y en algunos casos se pueden identificar una o más opciones en un mismo proyecto.

---

<sup>14</sup> Este puede ser su valor de liquidación, la venta de la compañía, etc.

## **Capítulo V. Evaluación financiera del proyecto Brasil utilizando el modelo del valor presente neto y el modelo de valuación de opciones de Black y Scholes.**

Para la contrastación empírica de la teoría de valoración de opciones en el valor esperado de las oportunidades de inversión, se eligió un sector económico: el sector automotriz. Este sector vive en México el cierre de un importante capítulo de su historia, en el que ocupó un lugar prominente en la política industrial de los gobiernos. Al mismo tiempo se dieron los primeros pasos firmes de otra etapa marcada por la apertura comercial sin restricciones. El desvanecimiento de las regulaciones gubernamentales a partir de 2004, pactado en el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), entraña un colosal desafío que pone a prueba la competitividad de esta industria.

Por esta razón se considera que se debe buscar consolidar la cadena productiva interna y desarrollar e integrar los eslabones más rentables de la cadena internacional. El sector automotriz además de cumplir con estas condiciones es poseedor de características especialmente singulares, que nos servirán de manera apropiada como escenario de pruebas.

Es reconocida la enorme importancia que tiene este sector, ya que históricamente se ha convertido en el motor de la economía de los países industrializados y aunado a ello ha sido fuente de innovaciones tecnológicas y organizativas. Asimismo, la influencia social y económica en los países productores de automóviles, entre los que se encuentra México, la convierte en objetivo de interés prioritario para sus gobiernos<sup>1</sup>.

Dentro del sector automóvil, centraremos nuestro análisis en una empresa que fabrica autopartes para automóviles, misma que posee una característica especialmente relevante en el estudio de las opciones reales: su dependencia con respecto a sus clientes.

La investigación del caso, se inicia en enero de 2003, con una reunión con uno de los responsables de la dirección financiera de la compañía. Este ejecutivo nos manifestó la incapacidad de los métodos tradicionales de evaluación de proyectos, para justificar las inversiones que la empresa ha realizado últimamente, denominadas por él como inversiones *necesarias*, lo cuál nos hace pensar que dichos proyectos poseen opciones implícitas, que hacen que tenga un valor estratégico para la compañía, valor que los métodos de evaluación tradicionales, no son capaces de capturar.

De entre los diversos proyectos de inversión analizados, se eligió un proyecto que

---

<sup>1</sup> HSBC, "Estudio sectorial, vehículos automotores", Dirección de análisis económico y bursátil, HSBC, México, Octubre 2002, p. 1.

implica la entrada de la empresa en el mercado brasileño, el mismo que es considerado como una inversión estratégica y que fue aprobado a pesar de tener un alto grado de riesgo y un valor presente neto negativo, en contraste con otros proyectos que aparentemente eran más rentables.

Sin embargo para la empresa representaba una gran oportunidad, en el actual contexto de globalización y diversificación de mercados.

## **5.1 La industria automotriz en México: un panorama general**

Por su peso relativo en el valor agregado manufacturero mundial<sup>2</sup>, por sus encadenamientos con un gran número de ramas tanto industriales como de servicios<sup>3</sup> y por su posición de vanguardia en la innovación tecnológica, la industria automotriz constituye desde hace tiempo uno de los principales impulsores de la economía mundial.

En México, a juzgar por la cantidad de decretos de fomento y el desempeño mismo de la industria automotriz, ha denotado ser uno de los principales objetivos de la política industrial en los últimos cuatro decenios. Esta relevancia quedó de manifiesto cuando el 25 de agosto de 1962, se expidió un decreto gubernamental encaminado hacia la integración productiva de la industria automotriz y en tiempos recientes durante las negociaciones del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) se establecieron los mecanismos para la disminución gradual de las regulaciones existentes<sup>4</sup>. La actividad asimismo marcha a la vanguardia en los indicadores de valor agregado, empleo y comercio exterior del sector manufacturero nacional.

## **5.2 Características macroeconómicas de la industria automotriz en México<sup>5</sup>**

El análisis agregado de la industria automotriz de México se incorpora en el gran sector secundario, sector manufactura, subsector 38 productos metálicos, maquinaria y equipo, dentro de la rama 3841 industria automotriz, tal como se muestra en la gráfica:

---

<sup>2</sup> Para profundizar estos aspectos ver: ONUDI, *Desarrollo Industrial. Informe Mundial 1995*, Fondo de Cultura Económica, México, 1995, p. 45

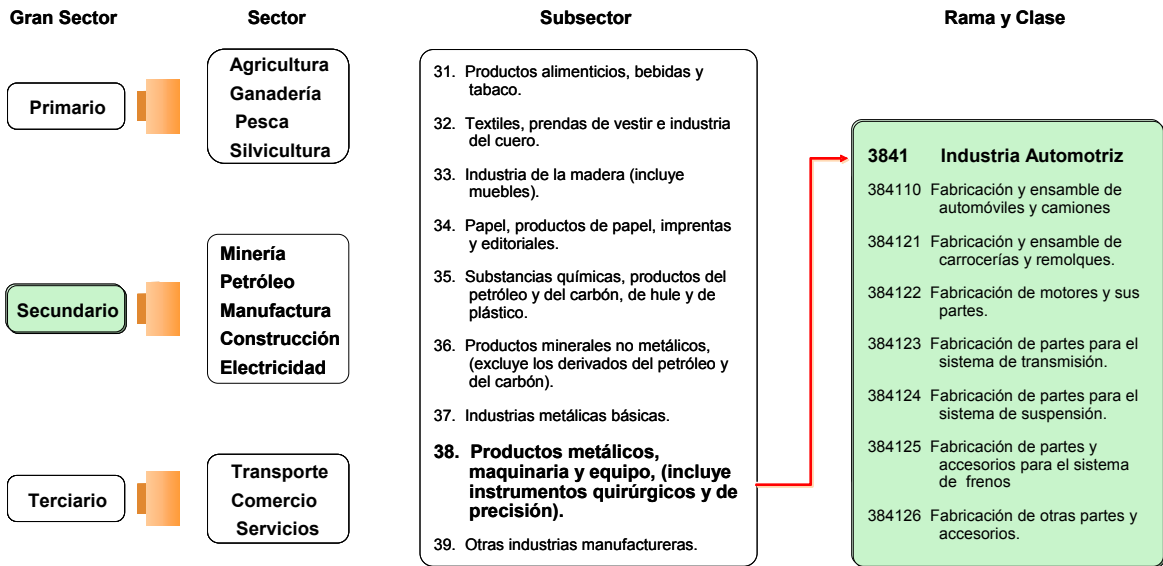
<sup>3</sup> Entre las ramas industriales están la metálica básica, la del plástico y la electrónica, mientras que en las de servicios se encuentran las relacionadas con el transporte, la infraestructura carretera y la reparación y el comercio de vehículos automotores.

<sup>4</sup> Alfredo Salomón, "Modernidad y bifurcación de la industria de automotores", *Revista Comercio Exterior*, Sección Nacional, febrero 2000, México, p. 113

<sup>5</sup> Con base en: HSBC, "Estudio sectorial, vehículos automotores", Dirección de análisis económico y bursátil, HSBC, México, Octubre 2002, p. 1.

**Gráfica 4**

**Estructura de la industria automotriz**

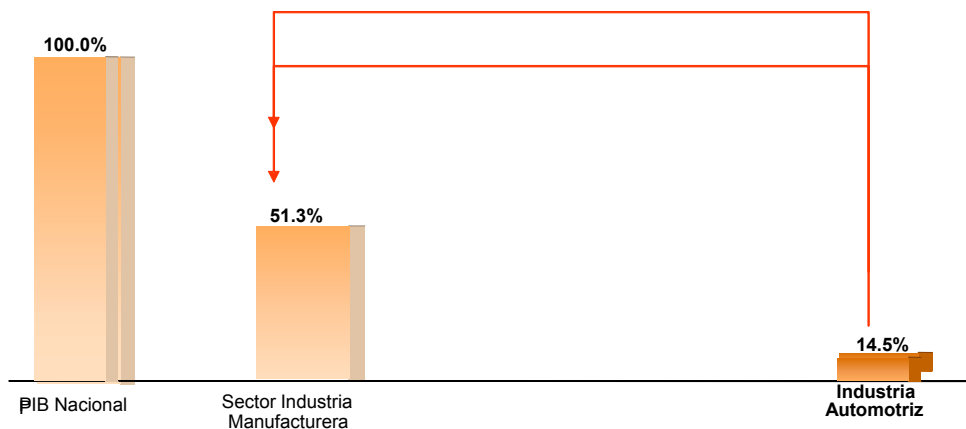


Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, *XV Censo industrial, Censos económicos 1999*, México, p. 28.

La gráfica 5 nos muestra que la industria automotriz participa con el 7.5% del PIB total y el 14.6% del PIB manufacturero. La industria manufacturera participa con el 51.3 % del PIB nacional.

**Gráfica 5**

**La industria automotriz en los grandes agregados económicos (Participación porcentual con respecto al PIB nacional)**



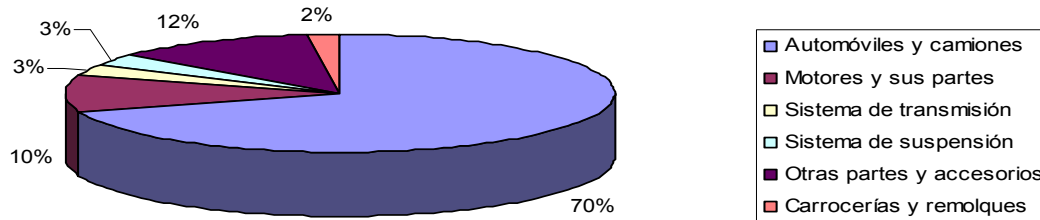
Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, *XV Censo industrial, Censos económicos 1999*, México, p. 29.

En la gráfica 6 podemos observar que dentro de la industria automotriz, la fabricación y ensamble de automóviles y camiones representa el 70% del producto interno bruto de esta industria, seguido por la de motores y sus partes que

representan el 10%. Lo anterior, representa una industria terminal (armadora) fuerte al compararse con una industria de proveeduría de menor importancia relativa.

**Gráfica 6**

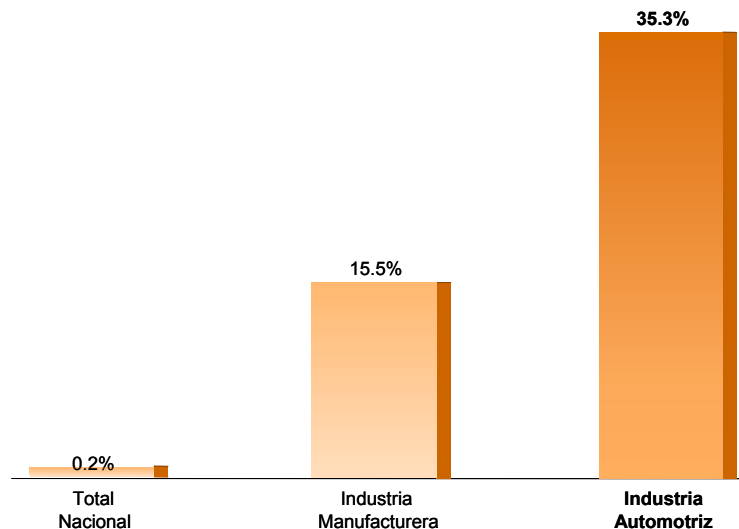
**PIB de la industria automotriz por rama de actividad**



Fuente: elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, *XV Censo industrial, Censos económicos 1999*, México, p. 31.

Como muestra la gráfica 7, la importancia de la industria automotriz también se refleja en su crecimiento. Durante el período 1993-1998 registró índices de crecimiento muy superiores al crecimiento del PIB nacional, y más del doble que el crecimiento de la industria manufacturera.

**Gráfica 7 Crecimiento comparativos de PIB 1993-1998**  
(Tasa media de crecimiento anual)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, *XV Censo industrial, Censos económicos 1999*, México, p. 35.

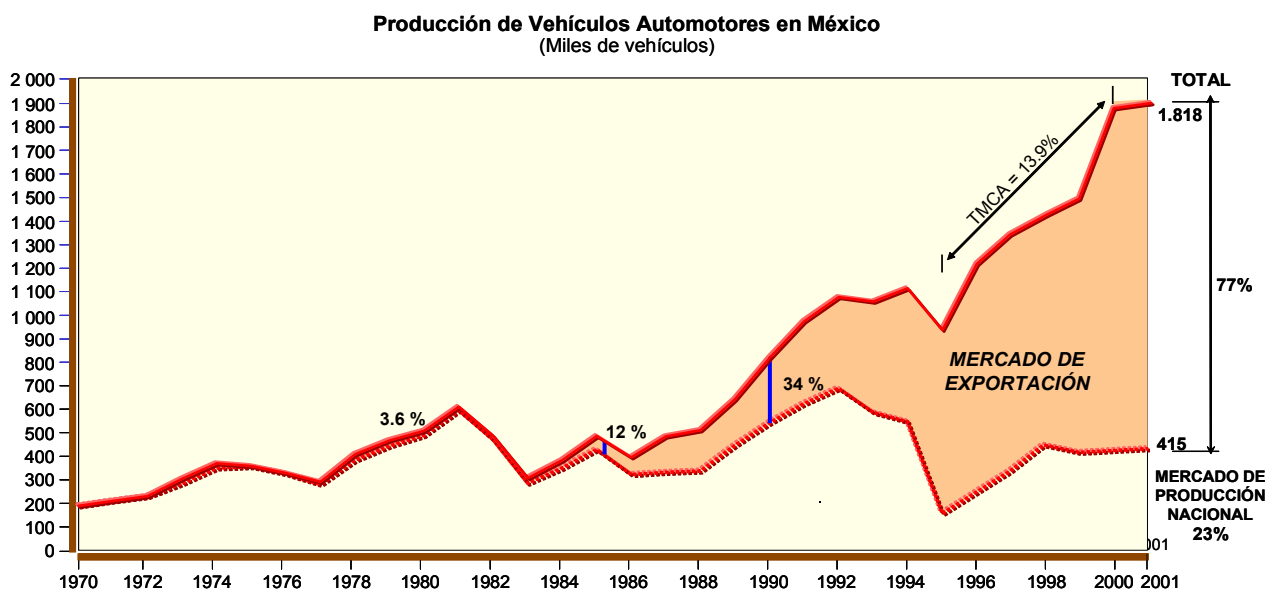
A nivel nacional, la industria automotriz es una de las más importantes y más dinámicas en términos de producción, empleo, inversión y exportaciones. Lo

anterior, define a la industria como de alta prioridad y con altas oportunidades para mejorar los índices de crecimiento y bienestar de la población<sup>6</sup>.

### 5.3 Mercado de la industria automotriz y de autopartes en México<sup>7</sup>

El crecimiento de la industria terminal de vehículos en México se ha basado en el mercado de exportación, la gráfica muestra como el mercado de exportación ha crecido en los últimos años, en el decenio 1970-1980 este mercado apenas representaba el 3.6% (en promedio) del total producido para alcanzar un 12% en 1985 y un 34% en 1990. En los siguientes años esa tendencia fue alcanzando una tasa media de crecimiento anual de 13.9%. En el año 2001, la producción nacional colocó 1.4 millones de unidades en el mercado de exportación (77% del total), y 415 mil unidades en el mercado nacional (23% del total).

**Gráfica 8**



Fuente: AMIA

Fuente: Asociación Mexicana de la Industria Automotriz, *Estadísticas*, México, < <http://www.amia.com.mx>>, (11 de septiembre de 2003)

En la gráfica 9 se muestra que General Motors (GM), Volkswagen (VW) y Daimler-Chrysler (D-Ch) son los principales armadores de automóviles en el país con una participación de 25%, 21% y 22% respectivamente en la producción total de

<sup>6</sup> BANCOMER, "Perspectivas sectoriales, industria automotriz", *Dirección de estudios económicos*, Grupo Financiero Bancomer, México, Junio 2000, p. 2.

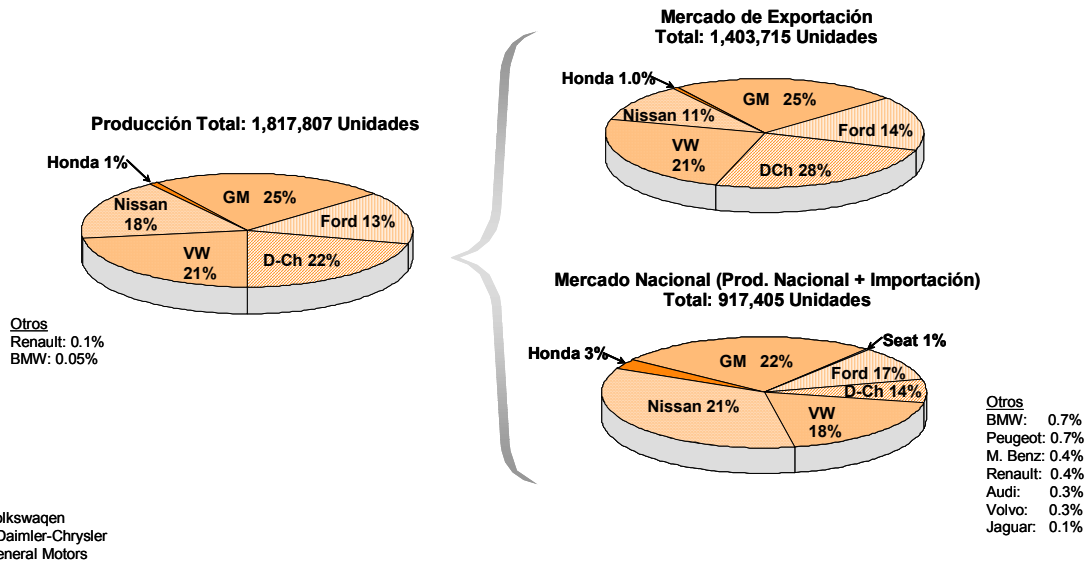
<sup>7</sup> Con base en: SAAVEDRA GARCIA, Maria Luisa, *et. al.*, *El efecto de la apertura comercial en el sector automotriz mexicano: el caso de la quiebra de consorcio Dina S.A. de C.V.*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 2004, p.96.

automóviles ; misma situación se presenta en el mercado de exportación donde estas empresas se muestran como las más importantes aunque en este segmento Daimler-Chrysler (D-Ch) se muestra como la más dinámica con una participación de 28% seguida por General Motors (GM), Volkswagen (VW) con 25% y 21% respectivamente. En el mercado nacional General Motors (21%) y Nissan (21%) son las empresas más importantes en volumen de ventas.

### Gráfica 9

#### Producción de vehículos en México 2001

Participación por Empresa en la Producción Total de Automóviles en México, 2001



Fuente: HSBC, “Estudio sectorial, autopartes”, Dirección de análisis económico y bursátil, HSBC, México, Marzo 2002, p. 2.

Para responder a las tendencias y demandas del mercado, las ensambladoras han seguido diferentes estrategias como: 1) la adopción de una perspectiva global en las actividades de manufactura; 2) estrategias de crecimiento interno o mediante alianzas, fusiones y adquisiciones; 3) la participación en actividades de niveles superiores de la cadena productiva como los servicios financieros; 4) la subcontratación de procesos productivos necesarios para la manufactura de automóviles que cambian las relaciones entre ensambladoras y proveedores.<sup>8</sup>

Álvarez<sup>9</sup> comenta acerca de las dos últimas estrategias que las ensambladoras se están involucrando cada vez más en servicios relacionados con el automóvil y se están ocupando menos en manufactura y ensamblado delegando la

<sup>8</sup> Álvarez Medina, Ma. De Lourdes, “Cambios en la industria automotriz frente a la globalización: el sector autopartes en México”, Revista Contaduría y administración, No 206, Julio Septiembre 2002, México, Facultad de contaduría y administración, Universidad Nacional Autónoma de México , p. 34.

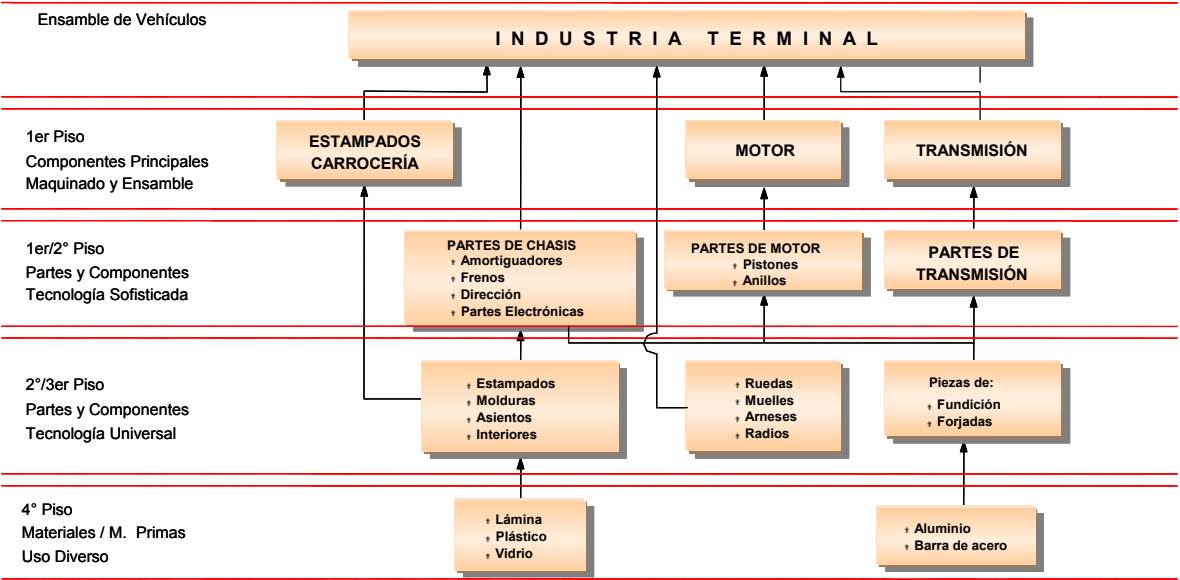
<sup>9</sup> *Idem*, p. 35.



responsabilidad a los proveedores, por tanto la administración de la cadena productiva se ha vuelto una competencia básica. Los ensambladores reconocen que la investigación y desarrollo son de muy alto costo, por lo que la subcontratación se vuelve muy valiosa si el proveedor hace el trabajo de ingeniería. Las ensambladoras han desarrollado y perfeccionado diferentes sistemas para evaluar las capacidades de sus proveedores. Sus parámetros incluyen dimensiones de costo, tiempo de entrega, confiabilidad, calidad, desarrollo de productos, desarrollo de procesos y flexibilidad en la producción.

Como se muestra en el siguiente esquema, la industria automotriz se caracteriza por su cadena de proveeduría ya que demanda una industria de proveedores de partes y componentes y de industrias de soporte de calidad internacional. Podemos observar que antes de llegar a la etapa de ensamble de vehículos, existen una serie de niveles o pisos en donde se encuentran todas las empresas que forman un importante sistema de proveeduría para este sector de la economía.

**Esquema 1**  
**Proveedores de materiales, partes y componentes en la industria automotriz**



Fuente: Saavedra Garcia, Maria Luisa, *et. al.*, *El efecto de la apertura comercial en el sector automotriz mexicano: el caso de la quiebra de consorcio Dina S.A. de C.V.*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 2004, p.97.

Con respecto a la calidad hay tres estándares que se exigen a los proveedores. Algún tipo de certificación, como son QS 9000 o ISO 9000 y la disminución de índices de rechazos y retrabajos. En relación con la logística existen dos indicadores básicos: el tiempo en que se surte el pedido y el record de entregas a

tiempo. Otros factores importantes que evalúan las ensambladoras al subcontratar o seleccionar un proveedor son: las capacidades de desarrollo de productos; el número y calificación de los trabajadores involucrados en el desarrollo de productos; el número de estaciones de diseño por computadora (CAD - CAM)<sup>10</sup>; las características de las instalaciones para realizar prototipos y prueba; el conocimiento en métodos de diseño de herramientas; formación de equipos de trabajo, usos de herramientas estadísticas y sistemas de información de la empresa.<sup>11</sup>

#### 5.4. Estructura interna del sector autopartes

La industria de autopartes en nuestro país provee dos mercados: el de equipo original, que se usa directamente en la fabricación de automóviles nuevos y el mercado de repuestos. La industria se compone de aproximadamente 831 empresas distribuidas en 22 estados concentradas en su mayor parte en el Estado de México 28%, distrito federal 22% y Nuevo León 13%.<sup>12</sup>

La diversidad de productos y la polarización de la industria entre empresas grandes (transnacionales) y pequeñas (nacionales) provocan un comportamiento heterogéneo al interior de su actividad. El sector esta formado por empresas que producen los principales componentes utilizados para el ensamble de los vehículos automotores. La relación con otras industrias como son: químicos, plásticos, pinturas, vidrio, siderúrgica, entre otras, tiene un importante efecto multiplicador sobre la economía. Su producción es altamente especializada, heterogénea y flexible.<sup>13</sup>

La industria contribuye con el 1.3% del PIB, emplea al 1.5% de la población económicamente ocupada, las exportaciones representan el 7.3% del valor de la industria manufacturera y el 6.4% del total. Tiene un fuerte intercambio comercial con el exterior, ya que exporta el 41% de la producción e importa el 51% del consumo nacional. Su actividad es procíclica, por lo que las variaciones que presenta son superiores a las que se registran en la economía en general. Es altamente demandante de recursos financieros para soportar las inversiones en planta, tecnología y en desarrollo de nuevos productos. La integración de las empresas fabricantes de autopartes con la industria terminal es baja, lo que le afecta en el nivel de rentabilidad ya que la escala de producción es menor.<sup>14</sup>

Con la apertura comercial, las empresas orientadas al mercado de equipos originales realizaron fuertes inversiones ante el reto de la globalización. Después de la crisis de 1995, la cultura de calidad y de exportación han predominado en la industria tratando de integrarse a las líneas ensambladoras. Se ha abandonado una política industrial nacional por un enfoque de una industria competitiva.

---

<sup>10</sup> Sistema de diseño por computadora.

<sup>11</sup> Álvarez Medina, Ma. De Lourdes, *op. cit.*, p. 37.

<sup>12</sup> *Idem*, p. 39.

<sup>13</sup> Con base en: HSBC, *op.cit.*, p. 1

<sup>14</sup> Con base en: HSBC, *op.cit.*, p. 2.

La recuperación en la industria automotriz en el mercado interno y la mayor integración con ensambladores en los Estados Unidos, colocan a la industria en una excelente expectativa. México se coloca en el segundo lugar como proveedor de la industria automotriz de EU, ligeramente por debajo de Canadá y superando a Japón. El sector se vio afectado por el comportamiento de la fabricación de vehículos en el país debido a la desaceleración de la economía de EU. Algunas empresas se vieron en la necesidad de recortar su producción o en el caso extremo a cerrar plantas.

Existe una fuerte concentración de la actividad ya que el 6% de las empresas produce el 59.7% del total. El 2.5% de las empresas que fabrican carrocerías concentran el 55.5% de la producción y en motores el 7.5% genera el 53.4% de la producción. Esto se debe a que son pocas las empresas que cumplen con los requisitos de calidad, volumen, precio y tiempo de entrega que solicita la industria terminal.<sup>15</sup>

La industria de autopartes tradicionalmente ha mostrado un saldo deficitario en la balanza comercial por la baja integración que existe con las armadoras terminales. El crecimiento del déficit en los últimos años se debe a que la fabricación de autos se ha incrementando, alcanzado un nivel de 1.9 millones de unidades. Al aumentar el volumen de las ventas internas de automóviles se incrementan las compras al extranjero de ciertas partes debido a la falta de proveedores nacionales que satisfagan los requisitos de las ensambladoras<sup>16</sup>.

Debido al aumento de importaciones, muchas de las empresas del sector desaparecerán a menos que empiecen a detectar amenazas y desarrollen capacidades que les permitan competir con los productos importados. Una de las estrategias que usan las empresas para defenderse de las importaciones de autopartes es el cabildeo.<sup>17</sup>

Asimismo ésta industria estuvo altamente protegida con el *decreto de integración* en donde se le exigía a las ensambladoras que el 60% de contenido nacional en los vehículos, con restricciones en la importación de motores. Esta situación le provocó un fuerte atraso tecnológico. Al transcurrir los años, el decreto automotriz se ha venido modificando y con la firma del TLC, México se compromete a igualar las disposiciones del decreto automotriz a los acuerdos del tratado al año 2004. Esta situación es de mayor riesgo para las empresas que no sean competitivas y cuenten con una infraestructura sólida.

La negociación con la Unión Europea presentó problemas en los plazos de desgravación, concluyendo que se hiciera de manera gradual en un periodo de 3 a 10 años. Se tiene una fuerte desventaja porque el volumen de producción de Europa es dieciocho veces superior al de México y la industria de autopartes tiene mayor integración en la cadena productiva.<sup>18</sup> En general, el sector presenta un

---

<sup>15</sup> *Ibid.*

<sup>16</sup> Con base en: HSBC, *op.cit.*, p.3.

<sup>17</sup> Álvarez Medina, Ma. De Lourdes, *op. cit.*, p. 42.

<sup>18</sup> Con base en: HSBC, *op.cit.*, p.3.

índice de rentabilidad estrecho, ya que las variaciones en los precios de las materias primas con relación al precio de sus productos son mayores tal como se muestra en la siguiente tabla :

**Tabla 6**  
**Índice de rentabilidad**

<i>Años</i>	<i>Precios al productor</i>	<i>Precios de materia prima</i>	<i>Índices de Rentabilidad</i>
1994	2.00%	4.80%	0.4%
1995	40.10%	58.70%	0.7%
1996	29.80%	29.10%	1.00%
1997	18.10%	13.80%	1.30%
1998	16.80%	13.80%	1.20%
1999	9.80%	11.90%	0.8%
2000	2.70%	10.50%	0.3%
2001	1.00%	3.60%	0.3%

Fuente: HSBC, “Estudio sectorial, autopartes”, Dirección de análisis económico y bursátil, HSBC, México, Marzo 2002, p. 4.

Las empresas tienen la posibilidad de acceder al suministro de materia prima con elevados estándares de calidad a precios internacionales. La diferenciación se tiene como resultado del uso de tecnología de punta que le permita incrementar su productividad. Las alianzas estratégicas les han permitido a las empresas nacionales mantenerse en el mercado.

La industria terminal presiona a los proveedores de autopartes para que no aumenten en forma importante los precios, éste es un factor que provoca que los márgenes de utilidad de operación sean reducidos.<sup>19</sup> La siguiente tabla presenta las principales empresas de la industria de autopartes, así como los principales productos que fabrican.

**Tabla 7**  
**Principales Empresas de la Industria de Autopartes en México**

Grupo Industrial	Nº de Empresas	Ejemplo de Empresas	Principales Productos
DESC/UNIK	20	Spicer Tremec Morestena	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transmisiones, rines, válvulas, frenos de disco, ejes anillos de pistón, alternadores, bujías, pistones</li> <li>• Fundición, forja, estampados</li> </ul>
TEBO	13	Nal. de Autopartes TEBO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Partes de frenos</li> <li>• Fundición de aluminio, forja, estampados, moldes de plástico</li> </ul>
CARSO/CONDUMEX	8	Sealed Power Packard Electric	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pistones, anillos de pistón, línea de cilindro</li> </ul>

## Cuadro 11

Fuente: Saavedra Garcia, Maria Luisa, *et.al.*, *El efecto de la apertura comercial en el sector automotriz mexicano: el caso de la quiebra de consorcio Dina S.A. de C.V.*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo , Pachuca, 2004, p.97.

Existe una marcada diferenciación entre las empresas que integran este sector. Las empresas grandes están altamente automatizadas, tienen acceso a tecnología de punta, fuentes de financiamiento a costos relativamente bajos y se orientan al mercado externo. A diferencia, las empresas medianas y pequeñas tienen volúmenes de producción bajos y se orientan al mercado interno.

El mercado se encuentra dividido en:

*Equipo original*, donde las empresas suministran directamente a la planta ensambladora para ser incorporadas en vehículos nuevos y los requerimientos de producción son elevados, debiendo cumplir con estándares de calidad y de tiempo de entrega.<sup>20</sup>

*Refacciones*, donde las autopartes se destinan a remplazar partes usadas. El nivel de tecnificación es bajo, su mercado es reducido y competitivo.

La posibilidad de que empresas medianas y pequeñas alcancen los niveles requeridos de inversión, tecnología y calidad son bajas, poniéndolas en desventaja ya que los cambios en los modelos de automóviles son muy rápidos y requieren de una mayor capacidad de respuesta. La integración de la industria permitiría que pequeños participantes del mercado pudieran figurar como proveedores de empresas del primer o segundo nivel, y así contar con una fortaleza, atendiendo las crecientes necesidades del mercado de equipo original.

Existen distorsiones en cuanto a la capacidad utilizada de la industria de

---

<sup>20</sup> *Ibid*,p. 4

autopartes. En 1995 las empresas estaban trabajando al 55% de su capacidad, el nivel más bajo registrado en los últimos años. Para 1996, el sector presentó una recuperación que se debe principalmente por las empresas que están orientadas al mercado de partes originales para las líneas ensambladoras, en donde ya algunas están trabajando al 100% de su capacidad instalada.

Los proveedores de las ensambladoras deben contar con el grado de certificación de calidad QS-9000<sup>21</sup>. Ahora existe un grado mayor en la certificación, que es el VDA 6.1 en el que se verifica que la industria de autopartes cuente con procesos de mejora continua. De 1993 a la fecha se ha logrado reducir significativamente el índice de productos defectuosos al pasar de 0.8% a un 0.03%, lo que habla de los enormes esfuerzos que tienen que hacer la industria para mantenerse en el mercado con esquemas de calidad total.<sup>22</sup>

Las principales fortalezas del sector son<sup>23</sup>:

- La capacidad de integración a mercados internacionales. La industria nacional se está reorientando al proceso de globalización y de alta competencia.
- La estrecha relación con la industria ensambladora de autos. Las empresas que cuentan con calidad mundial, pueden obtener contratos de suministro de largo plazo para la industria terminal, lo que les ayuda a incrementar su participación en el mercado.
- Las ventajas competitivas. Los volúmenes de producción son grandes con un alto contenido de ingeniería.
- Un mercado oligopólico. La competitividad del sector no sólo se presenta en los precios de los productos, sino que también cuenta la calidad y el servicio al cliente.

Las principales debilidades son:

- La exclusión de empresas pequeñas. Los elevados estándares de calidad, volúmenes de producción y tiempo de entrega provoca que estas empresas muy difícilmente puedan convertirse en proveedores de la industria terminal.
- El liderazgo de empresas extranjeras. Las compañías de capital externo se están estableciendo en el mercado mexicano con mejores técnicas de producción, provocando fusiones o alianzas estratégicas con empresas nacionales.

---

<sup>21</sup> Álvarez Medina, Ma. De Lourdes, *op. cit.*, p. 44.

<sup>22</sup> HSBC, *op. cit.*, p. 5.

<sup>23</sup> Con base en: BANCOMER, *op. cit.*, p. 3.

- La evolución constante del mercado, exige a las empresas realizar fuertes inversiones en investigación y desarrollo debido a los cambios en la industria terminal.
- Márgenes de utilidad reducidos. Existen enormes presiones de costos ya que las plantas armadoras limitan los aumentos en precios, por lo que deben adoptar una cultura para abatirlos mediante procesos de mejora continua y análisis de valor.
- El bajo nivel de integración. La industria nacional de autopartes debe orientarse en mayor medida a la línea de producción, para mejorar el índice de rentabilidad.

## **5.5 Descripción de la empresa**

### **5.5.1. Actividad principal<sup>24</sup>**

Autopartes de México (Automex) se constituyó el 28 de agosto de 1973 como sociedad anónima de capital variable, bajo la denominación de Autopartes de México S.A. de C. V. y es uno de los más importantes productores independientes en México. Automex elabora y comercializa 36 líneas de productos y componentes automotrices tales como transmisiones manuales, flechas de velocidad constante, cajas pick-up, pistones y pernos, ejes de tracción delantera y trasera, engranes, flechas cardán, juntas, sellos, punterías, rines de acero y rines de aluminio.

Tanto el mercado para industria terminal como las refacciones son altamente competitivos en cuanto a precio y calidad. La empresa compite con numerosos productores nacionales y extranjeros de autopartes. Continuamente tiene que mantener una ventaja competitiva sobre otros productores en cuanto a productividad y calidad de los productos. Esto se alcanza a través de asistencia técnica y acuerdos de licencia con los productores líderes de autopartes, desarrollo de tecnología propia, y su conocimiento y experiencia de los mercados en los que compite y así como su habilidad para alcanzar eficiencias en la manufactura.

El siguiente cuadro muestra información respecto a las ventas de autopartes de la compañía, tanto en el mercado nacional como de exportación, aproximadamente el 91.5% de sus exportaciones de autopartes son a los Estados Unidos de América y Canadá:

### **Cuadro 10**

---

<sup>24</sup> Este apartado se ha elaborado con base en: Automex, Informe anual 2003, elaborado por la empresa, México, Marzo de 2004, p.5.

## Ventas netas por zona geográfica

Ventas netas por los años terminados al 31 de diciembre de:			
	2001	2002	2003
	(Miles de pesos)		
Norte América	\$9,181,815	9,126,647	7,228,481
Asia	552,032	638,135	669,768
Europa	377,261	399,754	604,593
México	11,332,462	11,417,172	9,397,929
Resto del mundo	447,115	562,200	850,288
<b>Total</b>	<b>\$21,890,685</b>	<b>22,143,908</b>	<b>18,751,059</b>

Fuente: Automex, Informe anual 2003, elaborado por la empresa, México , Marzo de 2004 , p.38.

En 2003, Automex consolidó su posición como proveedor de autopartes de primer nivel, mediante su enfoque a la eficiencia en la producción, tecnología altamente competitiva y calidad total. Las ventas netas de Automex en 2003 presentaron un decremento respecto del año anterior al pasar de \$24,471,555 en 2002 a \$20,639,099 lo que representó una baja de 15.6%. La empresa atribuyó esta disminución a diversos factores macroeconómicos tales como: la desaceleración económica en Estados Unidos de América y México, la apreciación del peso contra el dólar y a la baja demanda del mercado automotriz por algunos clientes de la región del Tratado de Libre Comercio con América del Norte. Además en el tercer trimestre de 2003, Daimler-Chrysler cerró su planta ubicada en Lago Alberto, en la Ciudad de México, a la cual la empresa surtía principalmente cajas pick-up, ejes y flechas cardán.<sup>25</sup>

Automex ha recibido numerosas distinciones de calidad de parte del gobierno mexicano, clientes y socios. En el año 2001 recibió el premio *cero defectos* otorgado por Renault-Nissan, el premio nacional de ahorro de energía; así como, el premio nacional de tecnología en 2000 y el premio nacional de exportación en 1998, ambos del gobierno mexicano y recibió de General Motors la distinción de *proveedor del año* en 1997. Por otro lado fue finalista en el año 2001 del premio nacional de calidad. La división dedicada a la fabricación de flechas cardán, recibió el premio *Dana Quality Leadership Process* y el premio *proveedor del año* otorgado por General Motors en 2001.

La división de pistones también recibió el reconocimiento de General Motors como *proveedor del año* en 1998. Durante el año 2001, fueron galardonados con el premio *Yurio Shoh* por parte de Nissan. La obtención de los anteriores reconocimientos se ha debido, entre otras razones, a los esfuerzos de Automex tendientes a instrumentar programas de calidad total. La totalidad de las plantas de la compañía, que son proveedores de la industria terminal, han obtenido la certificación QS-9000, lo que las califica como proveedores autorizados de

<sup>25</sup> Automex, *op.cit.*, p.45



Daimler-Chrysler, Ford y General Motors, además sus divisiones han sido certificadas en QS-14001, el cual es un estándar Internacional para la regulación ambiental.<sup>26</sup>

Las principales materias primas para las autopartes producidas por Automex consisten en hierro fundido, hoja y barras de acero y aluminio. Los mercados para dichos insumos son altamente competitivos, no habiendo enfrentado problemas para obtener el suministro de los mismos. La compañía considera que seguirá existiendo un gran número de productores de hierro, acero y aluminio, y por lo tanto un suministro adecuado de dichos materiales en el futuro cercano. Frecuentemente la compañía colabora de manera cercana con dichos proveedores para garantizar que las materias primas adquiridas cumplan con la calidad y especificaciones requeridas.<sup>27</sup>

### **5.5.2 Canales de distribución y principales clientes**

La mayor parte de las ventas del sector automotriz se entregan directamente a las empresas armadoras y a los clientes de los mercados de exportación. Dicha venta se realiza con base en órdenes de compra con duración aproximada de seis meses. La distribución del resto de las ventas destinadas al mercado de refacciones, se realiza a través de distribuidores independientes con base en pedidos mensuales. En el mercado de Estados Unidos de América a través de una subsidiaria de la compañía localizada en Detroit, Michigan.

Automex atiende al mercado de la industria terminal con el 75.2% de sus ventas en 2003, siendo un importante proveedor de los líderes mundiales fabricantes de automóviles y camiones nuevos tanto en México como en los Estados Unidos de América. Automex también sirve al mercado de refacciones de ambos mercados a través de distribuidores independientes, que durante 2003 representaron el 24.8% de sus ventas. Entre los clientes más importantes de Automex destacan General Motors, Dana, Ford, International, John Deere, Kenworth, Navistar, Renault-Nissan, Volkswagen, Volvo, Freightliner y ZF Meritor.<sup>28</sup>

### **5.5.3 Información financiera<sup>29</sup>**

El siguiente cuadro muestra información seleccionada relativa a la operación de Automex:

#### **Cuadro 11**

---

<sup>26</sup> *Idem*, p. 50.

<sup>27</sup> Automex, *op.cit.*, p.46

<sup>28</sup> *Idem.*, p. 47.

<sup>29</sup> Automex, *op.cit.*, p.49

## Información financiera seleccionada

Ejercicio terminado el 31 de diciembre de:			
	2001	2002	2003
	(Miles de pesos, salvo los porcentajes)		
Ventas netas	\$11,332,462	\$11,417,172	\$9,397,929
Costo de ventas	\$8,291,218	\$8,377,735	\$7,115,771
Margen Bruto	26.8%	26.6%	24.3%
Gastos de operación	\$1,232,346	\$1,369,268	\$1,249,784
Resultado de operación	\$1,808,298	\$1,670,169	\$1,032,374
Margen de operación	16.0%	14.6%	11%

Fuente: Automex, Informe anual 2003, elaborado por la empresa, México , Marzo de 2004 , p.55.

Durante el 2003, las ventas netas de Automex registraron un decremento respecto del año anterior al pasar de \$11,417,172 en 2002 a \$9,397,929 en 2003 lo que representó una baja de 14.%. Esta baja en las ventas se debió al cierre de la planta de Daimler-Chrysler en Lago Alberto, ciudad de México (lo que se traduce en una caída anual de ventas en aproximadamente \$200 millones de dólares) y en el retraso de nuevos proyectos con socios, además del fortalecimiento del peso frente al dólar.

Durante 2003, las exportaciones fueron de \$5,477,850, lo que representa un decremento anual de 13.6% comparado con \$6,340,328 en ventas de exportación en el 2002.

El costo de ventas bajó 10.4% de \$8,377,735 en 2002 a \$7,115,771 en 2003 debido a menores ventas. Los gastos de operación bajaron 9.6% de \$1,249,784 en 2002 a \$1,249,784 en 2003 por menores gastos de ventas como consecuencia de la disminución de las ventas. Como resultado, la utilidad de operación fue de \$1,032,374 en 2003 comparado con \$1,670,169 en 2004.

El margen de operación bajó a 11% en 2003 comparado con 14.6% en 2002. La disminución en ventas es explicada por diversos factores macroeconómicos tales como: la desaceleración económica en Estados Unidos de América y México, la apreciación del peso contra el dólar y a la baja demanda del mercado automotriz en la región TLCAN. La producción de la industria automotriz tanto en Estados Unidos de América como en México registró una baja del 10.2% y 4.4% en relación con el año 2002 por lo que impactó a las exportaciones del 2003.<sup>30</sup>

### 5.6 El proceso de evaluación y selección de inversiones en la empresa.

La tarea de evaluar las inversiones se centralizan en el departamento de análisis económico y financiero y éstas son evaluadas por personal especializado. Cada una de las propuestas de inversión incluye la clasificación del proyecto en

<sup>30</sup>Automex, *op.cit.*, p.51

inversión de mantenimiento, renovación, ampliación o estratégico; el detalle de los activos a adquirir, justificación cualitativa de la necesidad de la inversión, así como un análisis cuantitativo del proyecto, con referencia, en su caso, a los flujos de efectivo que se espera que se genere en el futuro y los valores concretos del VPN, de la TIR y el período de recuperación. El departamento realiza un análisis minucioso de cada uno de los proyectos, propone un plan apropiado de financiamiento para cada proyecto y los remite al director financiero para que a su vez éste lo someta a juicio de la junta de directores.

En el citado consejo, se reúnen los directores de cada una de las áreas funcionales, el vicepresidente y el presidente de la compañía. El debate de las inversiones, gira en torno a la viabilidad, rentabilidad y el alcance estratégico de cada una de las oportunidades y concluye con la aceptación o rechazo de la inversión y la designación en caso de ser aprobada, del responsable de la ejecución del proyecto.

## **5.7 El proyecto en Brasil.**

En 2004 la empresa decide incursionar en el mercado brasileño con su propia planta, debido a la tendencia decreciente de sus ventas y para poder participar en el suministro de partes de las ensambladoras de ese país, con ese objetivo se constituirá una entidad que será encargada de la fabricación, venta y comercialización de autopartes.

La inversión directa realizada en Brasil, es planteada por la dirección de análisis económico y financiero de la empresa como una *inversión de carácter estratégico* ya que con dicha inversión la empresa incrementa su dimensión internacional y, por tanto, también el número de países desde los que es capaz de servir simultáneamente un mismo componente a las distintas cadenas de montaje en el mundo.

En relación al mercado de automóviles brasileño, el informe realizado por la dirección de análisis de la empresa, destaca el rápido crecimiento experimentado por la industria del automóvil brasileña durante los últimos años, hasta convertirse en uno de los 10 primeros fabricantes mundiales de vehículos .

El anuario estadístico de la Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores de Brasil (Anfavea), publicado en 2002, confirma estas previsiones, en el siguiente cuadro se observa la producción de vehículos por países y cómo la producción de autos en Brasil aumenta los tres últimos años de estudio, siendo superado apenas por México en el último año. Cabe mencionar los principales países productores de automóviles son Estados Unidos, Japón y Alemania,

México esta en el 8vo lugar pero es el primer país productor en América Latina, seguido de Brasil y muy abajo en la tabla se encuentra Argentina .

**Cuadro 12**  
**Producción anual de vehículos por países 1992-2001**

Milunidades/Thousand units

PAÍS/COUNTRY	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Estados Unidos/USA	9.726	10.876	12.254	12.065	11.859	12.158	12.003	13.025	12.800	11.449
Japão/Japan	12.499	11.228	10.554	10.196	10.347	10.975	10.050	9.895	10.141	9.777
Alemanha/Germany	5.194	4.032	4.356	4.667	4.843	5.023	5.727	5.688	5.527	5.692
França/France	3.768	3.156	3.558	3.475	2.391	2.580	2.954	3.180	3.348	3.628
Coreia do Sul/South Korea	1.730	2.050	2.312	2.526	2.813	2.818	1.954	2.843	3.115	2.946
Espanha/Spain	2.122	1.768	2.142	2.334	2.412	2.562	2.826	2.852	3.033	2.850
Canadá/Canada	1.961	2.248	2.321	2.420	2.397	2.257	2.173	3.059	2.962	2.535
China/China	970	1.162	1.351	1.435	1.470	1.580	1.628	1.830	2.069	2.332
México/Mexico	1.081	1.097	1.123	937	1.226	1.360	1.453	1.550	1.935	1.856
<b>BRASIL/BRAZIL</b>	<b>1.074</b>	<b>1.391</b>	<b>1.581</b>	<b>1.629</b>	<b>1.804</b>	<b>2.070</b>	<b>1.586</b>	<b>1.357</b>	<b>1.691</b>	<b>1.817</b>
Reino Unido/UK	1.540	1.569	1.695	1.765	1.920	1.936	1.976	1.973	1.814	1.685
Italia/Italy	1.686	1.277	1.534	1.667	1.545	1.828	1.693	1.701	1.738	1.580
Federação Russa/Russian Fed.	1.770	1.646	1.128	1.106	1.062	1.224	1.093	1.234	1.263	1.322
Bélgica/Belgium	312	416	480	468	438	431	406	291	1.033	1.187
India/India	324	372	475	573	686	596	513	818	801	825
Rep. Tcheca/Czech Republic	217	229	180	216	272	367	410	376	455	465
Polónia/Poland	238	347	262	382	384	322	415	575	505	387
Austrália/Australia	282	302	336	332	325	349	384	303	347	319
Suécia/Sweden	357	337	435	490	463	480	483	246	301	286
Taiwan/Taiwan	413	395	423	406	366	381	405	353	373	272
Turquia/Turkey	311	409	243	282	276	344	344	298	431	271
Argentina/Argentina	262	342	409	285	313	446	458	305	340	236
Outros/Others	410	402	378	480	502	1.030	998	2.507	2.352	2.626

Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores, "Referencias internacionales, producción de autoveículos 1992-2001", *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*, Marzo de 2002, <www.anfavea.com.br>, (Septiembre 2003), p.131.

Las buenas previsiones sobre el futuro de la industria del automóvil en Brasil vienen avaladas por la relativa estabilidad económica, aunque en la parte social, como en la mayoría de países latinoamericanos, existe gran desigualdad en el ingreso de su población, índices de desempleo que no se han podido controlar, entre otros problemas. Las empresas mexicanas, no son ajenas a ello, ya que en nuestro país vivimos una situación muy parecida, que se agudiza a partir de la apertura de nuestra economía, hace poco más de una década.

Al igual que México, Brasil formaba parte de una economía tradicionalmente cerrada que arrastrada por el poderoso proceso de globalización, ambas naciones son sometidas a un amplio repertorio de profundas transformaciones que tiene por objeto su integración en una economía cada vez más interrelacionada.

A este respecto el estudio realizado por parte de la empresa, destaca primero el cambio de mentalidad del pueblo brasileño como consecuencia de la apertura al exterior, que comienza a apreciar las mejores relaciones calidad/ precio de los productos importados, los perjuicios que conllevan los grandes déficit

gubernamentales y el excesivo intervencionismo del Estado; segundo el considerable incremento de la productividad, especialmente positivo en los últimos cuatro años; tercero, los buenos resultados del plan antiinflacionario y por último el manifiesto respaldo democrático de la mayoría brasileña al actual gobierno por su compromiso con las ideas de progreso y modernización, sin descuidar el aspecto social, que aún es una preocupación latente para la mayoría de la población.

De terminar consolidándose el proceso de desarrollo, el crecimiento de las ventas interiores de automóviles, puede llegar a superar los pronósticos más optimistas, los datos sobre la reciente evolución del PIB per cápita, así como el número de vehículos por habitante, se muestra a continuación:

**Cuadro 13**  
**Habitantes por vehículo 1991-2000**

PAÍS/COUNTRY	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Estados Unidos/USA	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,2
Australia/Australia	1,7	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5	1,5
Italia/Italy	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,6
Japão/Japan	2,1	2,0	2,0	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7
Alemanha/Germany	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
França/France	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Canadá/Canada	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,8
Áustria/Austria	2,0	2,0	2,0	1,9	2,0	1,8	1,9	1,9	1,9	1,8
Espanha/Spain	2,6	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0	1,9	1,8
Reino Unido/UK	2,1	2,2	2,1	2,1	2,1	2,1	2,0	1,9	1,9	1,9
Bélgica/Belgium	2,3	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
Suecia/Sweden	2,2	2,2	2,3	2,2	2,2	2,2	2,2	2,1	2,1	2,0
Rep. Tcheca/Czech Republic	4,4	3,9	3,4	3,6	3,0	3,2	2,6	2,5	2,7	2,4
Polonia/Poland	5,1	4,9	4,9	4,9	3,8	4,3	4,3	4,3	4,3	3,5
Coreía do Sul/South Korea	10,0	8,4	7,2	6,1	5,2	4,8	4,3	4,4	4,2	4,2
Argentina/Argentina	5,5	5,5	5,2	6,0	5,9	5,8	5,7	5,5	5,5	5,5
México/Mexico	8,4	8,5	7,8	7,5	7,5	7,9	7,4	7,0	6,8	6,6
BRASIL/BRAZIL	11,1	11,1	11,1	10,4	10,3	9,4	9,1	9,0	8,9	8,8
Federação Russa/Russian Federation	12,0	11,0	12,6	12,6	10,7	12,0	11,2	11,1	11,1	11,1

Fuente: Asociación Nacional de Fabricantes de Vehículos Automotores, “Referencias internacionais, Habitantes por autoveículo -1991/2000”, *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*, Marzo de 2002, <www.anfavea.com.br>, (Septiembre 2003),p.130.

Haciendo un comparativo de los habitantes por vehículo en Brasil entre los años 1991 y 2000, se observa una tendencia decreciente en este indicador de 11.1 a 8.8 habitantes por vehículo, sólo superado en América Latina por México .

## 5.8 Estructura económica y financiera del proyecto

Durante la etapa de evaluación del proyecto llevada a cabo por la empresa, el departamento comercial consigue la confirmación de varios contratos con Volkswagen, Ford y General Motors (tres de las cuatro ensambladoras de automóviles en Brasil) para realizar el suministro de los paneles de puertas,

techos, elevallunas y cerraduras de varios de los vehículos que se fabriquen en sus plantas, con lo que se procede a estimar las ventas.

En total se preveía atender el suministro de 538,500 vehículos en 2004 y de 860,000 a partir de 2005, la siguiente tabla muestra, clasificados por marca, el número de vehículos para los que se iba a fabricar algún tipo de componente y los ingresos previstos según el precio de cada componente inicialmente pactado.

**Tabla 8**

**Número de vehículos atendidos por Automex en Brasil e ingresos totales del proyecto clasificados por marca**

<i>Modelo</i>	Vehículos atendidos		% del total		Ingresos		% del total	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Volkswagen	140,000	337,000	26.00%	39.19%	10,233,501	34,465,200	36.80%	56.98%
Ford	187,000	308,000	34.73%	35.81%	10,562,387	18,965,086	37.98%	31.36%
General Motors	211,500	215,000	39.28%	25.00%	7,012,682	7,048,958	25.22%	11.65%
<i>Total</i>	538,500	860,000	100%	100.00%	27,810,574	60,481,249	100.00%	100.00%

De la observación de éstos datos destaca el peso de Volkswagen tanto por el número de vehículos atendidos ( 39.19% del total en 2005 ) cómo por el volumen de ingresos generados (56.98% del total en 2005).

Entre los distintos modelos para los que inicialmente se acuerda el abastecimiento se encuentran tres de los de mayor éxito en el mercado brasileño como son el VG Gol, Ford Fiesta y el GM Corsa. Los componentes fabricados para éstos tres modelos acumulaban más del 75% y del 88% de los ingresos totales del proyecto Brasil en el año 2004 y 2005 respectivamente.

Entre los distintos componentes que Automex preveía suministrar en Brasil, los paneles de puerta ocupaban el primer puesto por volumen de ingresos con un 56.36% en 2004 y 66.85% en 2005 de la facturación planeada tal como se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 9**

**Clasificación de los ingresos previstos por tipo de componente**

<b>Componente</b>	<i>Ingresos</i>		<i>% del total</i>	
	2004	2005	2004	2005
Paneles de puerta	15,672,842	40,431,017	56.36%	66.85%
Techos	9,532,581	11,475,868	34.28%	18.97%
Mecanismos	1,952,312	7,528,048	7.02%	12.45%
Componentes asientos	652,839	1,046,316	2.35%	1.73%
<i>Total</i>	27,810,574	60,481,249	100.00%	100.00%

El proyecto también comprende la adquisición de un terreno de 90,000 metros cuadrados en el municipio de Cacapava, estado de Sao Paulo, la construcción de una nave de 11,870 metros cuadrados y la adquisición de maquinaria y equipo necesarios para la producción, así como la realización de las obras de adaptación y acondicionamiento del edificio, los gastos para su constitución y puesta en funcionamiento. La inversión inicial prevista (en dólares) se detalla en el siguiente cuadro:

**Cuadro 14**  
**Inversión Inicial prevista**

Concepto	Dólares
<b>Gastos de instalación</b>	\$ 2,105,263.00
<b>Total gastos de instalación</b>	\$ 2,105,263.00
Terreno	\$ 2,177,895.00
Construcciones	2,281,474.00
Instalaciones técnicas	8,672,632.00
Maquinaria	3,030,526.00
Equipo	5,050,526.00
Otras instalaciones	1,820,000.00
Equipo informático	210,526.00
Otro activo fijo	3,370,526.00
<b>Total activo fijo</b>	<b>\$ 26,614,105.00</b>
Capital de trabajo	\$ 4,824,435.00
<b>Total de inversión</b>	<b>\$ 33,543,803.00</b>

Fuente: Automex, "Proyecto Brasil", *Dirección de análisis económico y financiero*, México, Enero 2003.

Del total de la inversión, el 73.33% será financiado por un banco brasileño a través de un préstamo a seis años por un importe de \$ 24,596,435 y con interés nominal igual a la tasa anual de referencia a largo plazo incrementada en 4 puntos porcentuales, siendo el resto de la inversión inicial cubierta por los propios socios mediante aportaciones en efectivo y activos.

**Cuadro 15**  
**Financiamiento inicial de la inversión**

Financiamiento de la inversión		
Concepto	Porcentaje	Montos
Préstamo bancario largo plazo	73.33%	\$ 24,596,435.00
Recursos propios	26.67%	\$ 8,947,368.00
<b>Total de recursos de largo plazo</b>		<b>\$ 33,543,803.00</b>

Fuente: Automex, "Proyecto Brasil", *Dirección de análisis económico y financiero*, México, Enero 2003.

Los flujos de efectivo del proyecto se muestran a continuación:

**Cuadro 16**  
**Determinación de los flujos de efectivo del proyecto**

<b>FLUJOS DE EFECTIVO PROYECTADOS</b>					
<b>Años</b>	2004	2005	2006	2007	2008
Ingresos por ventas	27,810,574	60,481,249	65,766,018	71,512,564	77,761,234
Otros ingresos	601,927	1,064,145	740,483	829,341	928,862
<b>Total ingresos</b>	<b>28,412,501</b>	<b>61,545,394</b>	<b>66,506,501</b>	<b>72,341,905</b>	<b>78,690,096</b>
Pagos por compras de materiales	16,416,982	34,911,921	39,101,352	43,793,514	49,048,736
Pagos por costos laborales	3,029,421	4,030,637	4,514,313	5,056,031	5,662,755
Pagos por otros gastos de fabricación	709,704	1,307,664	1,464,584	1,640,334	1,837,174
Pagos por gastos generales	624,527	724,475	2,424,580	4,207,711	6,083,831
Pago de intereses	3,673,190	5,041,153	4,032,923	3,024,692	2,016,461
Pagos por impuestos	746,260	3,009,095	3,299,129	4,591,136	4,885,664
<b>Total de egresos</b>	<b>25,200,084</b>	<b>49,024,945</b>	<b>54,836,881</b>	<b>62,313,418</b>	<b>69,534,621</b>
<b>Flujo de tesorería (en dólares)</b>	<b>4,818,626</b>	<b>18,780,674</b>	<b>17,504,430</b>	<b>15,042,731</b>	<b>13,733,213</b>

Fuente: Automex, "Proyecto Brasil", *Dirección de análisis económico y financiero*, México, Enero 2003.

Las ventas son estimadas a partir de los precios pactados con los clientes y la producción de automóviles prevista para los cinco próximos años. El costo de los materiales comprende todas las compras de materias primas requeridas en la producción futura según los costos previstos para cada uno de los componentes.

Los costos laborales son estimados a partir del cuadro de necesidades para cada una de las secciones de la fábrica y según la información recabada sobre el propio mercado brasileño. Se incluyen bajo este rubro tanto los costos laborales del personal administrativo como los de mano de obra directa e indirecta. Para el conjunto del personal, se supone un calendario laboral de 240 días, que en el caso de la mano de obra directa e indirecta se organiza en dos turnos de trabajo diario. En total se prevé contratar a 234 trabajadores: 182 directos, 29 indirectos y 23 administrativos. La amortización de el activo fijo se realiza en 5 años, salvo el edificio que se deprecia en 10 años. Dentro de otros gastos de fabricación están incluidos los costos de energía, los gastos de mantenimiento y las compras de repuestos y ropa industrial.

El título *gastos generales* agrupa los seguros, asesorías, viajes y relaciones públicas, las comunicaciones, otros tributos y otros gastos. Los *gastos financieros* corresponden a los intereses establecidos en el contrato de endeudamiento a largo plazo, que a efectos valorativos, se supone pactado a una tasa de interés nominal fija del 25% . Los *impuestos* son clasificados, según la normativa vigente en Brasil, en dos epígrafes distintos: *el impuesto FIS – PIS* (Impuesto para el plan de integración social) que grava la venta de productos; y *el impuesto sobre la renta*. Para simplificar los cálculos, suponemos en principio, que tanto los ingresos como los gastos son realizados en el mismo ejercicio del devengo.



## 5.9 Estimación de la tasa de descuento

Para el cálculo del valor presente neto vamos a utilizar una tasa de descuento cuya metodología de cálculo exponemos a continuación. Esta es la metodología recomendada por Godfrey y Espinosa<sup>31</sup> en su trabajo *A practical approach to calculating costs of equity for investment in emerging market*, publicado en 1996. Conscientes de las dificultades que implica la estimación adecuada del costo de capital de toda inversión en general y de las inversiones en los mercados en vías de desarrollo en particular, Godfrey y Espinosa sugieren calcular esta tasa como la suma de la tasa de interés libre de riesgo más una prima por el riesgo país

La prima del riesgo país es calculada a partir de la diferencia entre la rentabilidad de la deuda emitida por el gobierno brasileño, en los mercados de *bonos yankee*, *eurobonos* o *bonos Brady* y la rentabilidad de los bonos comparables del tesoro estadounidense.

$$K = R_f + (R_b - R_{usa})$$

K = Tasa de descuento del proyecto de inversión realizado en Brasil.

R<sub>f</sub> = Tasa libre de riesgo en Brasil

R<sub>b</sub> = Rentabilidad de los bonos de Brasil a largo plazo

R<sub>usa</sub> = Rentabilidad de los bonos de EUA a largo plazo

Para la tasa libre de riesgo tomamos la tasa promedio del sistema especial de liquidación y custodia (Selic) para 2003 más el diferencial de bonos soberanos promedio de 2003 ambos publicados en un estudio de la Comisión económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)<sup>32</sup>

---

<sup>31</sup> Godfrey Stephen y Ramón Espinosa, "A practical approach to calculating cost of equity for investment in emergin markets", *Journal of applied corporate finance*, Agosto, 1996 pp.80-89

<sup>32</sup> Ver: Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), "Estudio económico de América Latina y el Caribe 2002 -2003", <www.cepal.org> , (Septiembre 2003), p.154.

<b>Cuadro 17</b>	
<b>Cálculo de la tasa de descuento</b>	
<b>Tasa libre de riesgo (Selic)</b>	
Promedio	23.46%
Riesgo País	
Bonos Brasil L.P.- T BILL L.P.	
Diferencial de bonos soberanos	
Promedio	7.46%
<b>Tasa de descuento</b>	<b>30.92%</b>

Fuente: Elaboración propia

### 5.10 Valor presente neto estático o convencional

Para determinar el VPN del proyecto quedaría por calcular el valor residual del proyecto al final del horizonte de los cinco años estipulado en las cartas de pedido inicialmente firmadas por los clientes de Automex en Brasil. La estimación del valor residual de los proyectos de inversión constituye con frecuencia un problema controvertido por cuanto distintos procedimientos de cálculo basados en justificaciones igualmente lógicas suelen derivar en resultados significativamente diferentes.

Por una parte, el supuesto teórico de continuidad de la actividad de la empresa sugiere la determinación del valor de la inversión como el valor presente de una renta perpetua corregida por la inyección de fondos necesarios para compensar el desgaste de los recursos productivos en el tiempo. Por otra, el carácter exponencialmente creciente de la incertidumbre sobre los acontecimientos futuros, junto con la naturaleza siempre finita de la vida económica de la inversión empresarial, motiva la adopción – bastante común en la práctica gerencial- de horizontes temporales finitos de análisis cuya duración oscila entre 4 y 10 años, al final del cual el valor residual es definido como una fracción del valor de los desembolsos acumulados.

En este caso el equipo directivo de Automex juzga conveniente no incluir el valor residual en el análisis de su inversión. La elevada incertidumbre sobre la evolución del mercado automovilístico brasileño, sobre las futuras tasas de inflación y los tipos de cambio, y sobre la propia naturaleza del proyecto, constituyen el motivo principal de su elección.

El VPN del proyecto es obtenido siguiendo los preceptos convencionales propuestos en la literatura financiera especializada, es decir como la diferencia entre valor de los flujos de tesorería actualizados a una tasa de descuento

adecuado a su riesgo (que calculamos en el apartado anterior), y el valor de la inversión inicial.

**Cuadro 18**  
**Estimación del VPN del proyecto**

	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
(1)Flujos de efectivo	4,818,626	18,780,674	17,504,430	15,042,731	13,733,213
(2)Factor de interés del valor presente	0.7638	0.5834	0.4456	0.3404	0.2600
(3)Valor presente de flujos de efectivo (1*2)	3,680,588	10,957,189	7,800,635	5,120,386	3,570,608
(4) Sumatoria de VP de flujos de efectivo	31,129,406				
(5) Inversión inicial	33,543,803				
(6) Valor presente neto (4-5)	<b>-2,414,397</b>				

Como se puede observar el valor presente neto del proyecto es negativo y siguiendo la regla de decisión convencional del VPN, el proyecto debió ser rechazado porque su implementación destruye valor para los dueños en lugar de generarlo.

Sin embargo, el análisis que realizó el equipo directivo de Automex denota que la decisión de invertir no fue aprobada en razón al valor que el proyecto pudiera generar, sino que parte de una comprensión de que existen otras fuentes de valor relacionados con los acontecimientos futuros y con la flexibilidad que posee el administrador para cambiar el rumbo del proyecto mientras está en marcha. Es decir *opciones reales* inmersos en el proyecto que el VPN es incapaz de valorar adecuadamente.

### **5.11 Valoración de las opciones reales: hallazgos.**

El análisis del valor presente neto que hemos realizado está enmarcado dentro de los modelos tradicionales de evaluación de proyectos de inversión, es decir, hemos supuesto que el valor de los mismos es independiente de su gestión futura y además supone que los propietarios deciden llevar a cabo el negocio y a partir de allí se limitan a recibir pasivamente los flujos de tesorería que la inversión genere.

Sin embargo, resulta difícil considerar que los directivos se comporten de esta manera, sino es más coherente pensar que éstos se mantendrán a la expectativa con respecto al desarrollo de los resultados, decidiendo en cada momento en función de cuál sea la evolución de una serie de eventos contingentes.

El conjunto de derechos de decisión que la empresa posee sobre el proyecto son estudiados a través de los conceptos y herramientas analíticas que nos ofrecen las opciones reales. Para ello formularemos un modelo de evaluación que permite aproximar el valor de la gestión futura del proyecto, tomando en consideración la volatilidad de los flujos de caja que genera. A este modelo de evaluación contingente lo denominaremos valor presente neto ampliado.

## 5.12 Aplicación del modelo de valoración de opciones de Black y Scholes al proyecto Brasil

A la luz del enfoque de las opciones reales, el compromiso inicial en el proyecto constituye únicamente la primera de una larga sucesión de decisiones sobre la dimensión de la inversión que serán adoptadas a lo largo de la vida útil del proyecto y en función de la evolución de la producción de automóviles en Brasil y que, conjuntamente, conforman la estrategia de expansión de la empresa en el mercado sudamericano de autopartes para automóviles.

Si analizamos la inversión en Brasil empleando el modelo de Black y Scholes, haciendo una analogía entre los elementos del proyecto y los elementos que necesitamos para calcular la prima de una opción *call* (que sería en este caso el valor de la opción que se encuentra implícita en el proyecto) ya que es una inversión que puede generar grandes oportunidades a futuro, el siguiente cuadro nos muestra la analogía que hacemos entre los elementos del modelo de Black y Scholes y los elementos de los proyectos de inversión:

**Cuadro 19**

### Elementos del proyecto de inversión Brasil y elementos del modelo Black y Scholes.

Elementos del modelo de Black y Scholes		Elementos de los proyectos de inversión
A = Precio del activo subyacente	\$31,129,406	Flujos de efectivo descontados
E = Precio de ejercicio de la opción	\$33,543,803	Inversión inicial
Rf = Tasa libre de riesgo	23.46%	Tasa sin riesgo en Brasil (Selic)
T = Tiempo expresado en años	1	Tiempo hasta el que es posible ejercer la opción
$\sigma$ = Volatilidad	39.29%	Volatilidad de los flujos de efectivo esperados

Fuente: Elaboración propia

La volatilidad de los flujos de efectivo fue estimada calculando el coeficiente de variación (CV)<sup>33</sup> de los flujos de efectivo de la siguiente manera:

<sup>33</sup> Con base en: Ketelhohn Escobar Werner y José Nicolás Marín Ximénez, Decisiones de inversión en la empresa. Texto y casos latinoamericanos, Editorial Limusa, México, 1987, p.112.

$$CV = S / x$$

S = desviación estándar

x = Media aritmética

Los cálculos para hallar el coeficiente de variación se muestran en la tabla siguiente:

**Tabla 10**

**Determinación de coeficiente de variación**

Años	F.E.	(F.E. - X)	(F.E. - X) <sup>2</sup>
2004	4,818,626	-9,157,309	83,856,306,290,019
2005	18,780,674	4,804,739	23,085,517,819,069
2006	17,504,430	3,528,496	12,450,281,199,219
2007	15,042,731	1,066,796	1,138,053,918,975
2008	13,733,213	-242,722	58,913,920,740
x =	13,975,934		120,589,073,148,022

Fuente :Elaboración propia

Donde la columna F.E. muestra los flujos de efectivo del proyecto y al final de dicha columna la media aritmética, (F.E. - X) es la desviación media y (F.E. - X)<sup>2</sup> la desviación media al cuadrado. La formula para calcular la desviación estándar es la siguiente:

$$S = \sqrt{(F.E. - X)^2 / n-1}$$

Sustituyendo en la formula:

$$S = \sqrt{120,589,073,148,022 / 5-1}$$

$$S = 5,490,653$$

Ahora que ya calculamos la desviación estándar y la media aritmética, procedemos a calcular el coeficiente de variación sustituyendo la formula:

$$CV = 5,490,653 / 13,975,934$$

$$CV = 0.3929 = 39.29\%$$

Con estos datos ya podemos calcular la opción de compra o *call*:

$$CALL = A N(d_1) - E e^{-rT} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln(A/E) + (r + \sigma^2 / 2) T}{\sigma \sqrt{T}}$$

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

Sustituyendo los datos para la formula de  $d_1$  :

$$d_1 = \frac{\ln(31,129,406 / 33,543,803) + [0.2346 + (0.3929^2 / 2) * 1]}{0.3929\sqrt{1}}$$

$$d_1 = \frac{\ln(31,129,406 / 33,543,803) + [0.2346 + (0.3929^2 / 2) * 1]}{0.3929\sqrt{1}}$$

$$d_1 = \frac{-0.0747 + [(0.2346 + (0.0772 * 1)]}{0.39286481}$$

$$d_1 = \frac{0.2370}{0.3928}$$

$$d_1 = 0.6034 = 60.34\%$$

Ahora, para hallar  $N(d_1)$  se busca en la tabla de la distribución normal estándar y se interpola como se muestra:

$$N(60.34\%) = \left[ \frac{0.6034 - 0.61}{0.60 - 0.61} \right] * [0.72575 - 0.72907] + 0.72907$$

$$N(60.34\%) = (0.66) * (-0.00332) + 0.72907$$

$$N(60.34\%) = -0.0021912 + 0.72907$$

$$N(60.34\%) = 0.72687242$$

$N(d_1) = N(60.34\%)$  que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0.72687242.

Ahora sustituimos los datos para la formula de  $d_2$  :

$$d_2 = 0.6034 - 0.3929\sqrt{1}$$

$$d_2 = 0.6034 - 0.39286481$$

$$d_2 = 0.2105 = 21.05\%$$

Ahora, para hallar  $N(d_2)$  se busca en la tabla de la distribución normal estándar y se interpola como se muestra:

$$N(21.05\%) = \left[ \frac{0.2105 - 0.22}{0.21 - 0.22} \right] * [0.58317 - 0.58706] + 0.58706$$

$$0.21 - 0.22$$

$$N(21.05\%) = (0.95) * (-0.00389) + 0.58706$$

$$N(21.05\%) = -0.0036955 + 0.58706$$

$$N(21.05\%) = 0.58336755$$

$N(d_2) = N(21.05\%)$  que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0.58336755.

Habiendo calculado los valores de  $N(d_1)$  y  $N(d_2)$  procedemos a calcular la opción *call*:

$$CALL = A N(d_1) - E e^{-rT} N(d_2)$$

$$CALL = 31,129,406 * 0.72687242 - 33,543,803 (2.718281 / 0.2346 * 1) 0.58336755$$

$$CALL = 22,627,106.94 - \$15,476,757.39$$

$$CALL = 7,150,349.56$$

El valor total del proyecto es igual al VPN del proyecto más el valor de la opción:

**Cuadro 20**

<b>Valor presente neto ampliado</b>	
Valor del proyecto sin la opción	- 2,414,396.64
Valor de la opción	7,150,349.56
Valor total del proyecto o VPN ampliado	4,735,952.91

Fuente: elaboración propia

Por el resultado obtenido el proyecto debe realizarse, en general el valor de la opción va a estar influenciado por la volatilidad de los flujos esperados del proyecto, lo anterior puede probarse si se hacen los cálculos anteriores pero utilizando volatilidades inferiores a 39% o superiores a ésta, con los mismos valores de  $A, E, r, T$ ; estos cálculos se hicieron y se obtuvieron los siguientes resultados:

**Cuadro 21**

**VPN con distintos niveles de volatilidad**

Volatilidad	VPN	VPN ampliado (Incluye opciones)
-------------	-----	---------------------------------

10%	-2,414,396.64	2,951,855.00
20%	-2,414,396.64	3,667,951.00
30%	-2,414,396.64	4,726,294.00
40%	-2,414,396.64	5,893,544.00
50%	-2,414,396.64	7,099,347.00

Fuente elaboración propia

En general puede concluirse que para volatilidades muy pequeñas cuando se tiende a cero los dos modelos dan iguales o similares resultados, las opciones reales aumentan su importancia a medida que aumenta la volatilidad del proyecto.

En la etapa inicial de diseño del proyecto, la estructura original es elegida por los propietarios, teniendo en consideración el posible incremento futuro de la producción de automóviles y, por tanto, el consiguiente aumento de las ventas inicialmente pactadas en los contratos de suministro para cada uno de los modelos. Aún cuando, en principio, el número de automóviles que se estima atender a lo largo de 2004 se estima en 538,500 y el correspondiente anual esperado a partir de 2005 ronda los 860,000 vehículos; la capacidad de las instalaciones productivas de la inversión asciende a 1,200,000 automóviles anuales. Dicho volumen de fabricación sería alcanzado mediante la utilización del conjunto de las instalaciones productivas en un triple turno de trabajo diario en el que intervendría un total de 308 trabajadores directamente vinculados a la producción, a los que habría que añadir 50 empleados de mano de obra indirecta.

Pero además, a partir del momento en que el proyecto es aceptado, la dirección dispone del derecho de ampliar las instalaciones y capacidad productiva del proyecto. Sin embargo, mediante la ampliación de las inversiones, la empresa no consigue incrementar la demanda de sus productos por parte de sus clientes, decisión que corresponde únicamente a estos últimos, pero puede adquirir capacidad suficiente para responder a incrementos de su demanda por encima de los volúmenes inicialmente pactados en los contratos de suministro.

Esta incompetencia para incrementar automáticamente las ventas del proyecto como consecuencia de la inyección de nuevos fondos, es la principal limitación para abordar en el modelo propuesto la caracterización de la opción de compra que implica el derecho de ampliación. El ejercicio de la opción de compra que calculamos supone únicamente la capacidad actual, que se concreta en el número máximo de automóviles que puede atenderse, y cuyo costo coincide con el precio de ejercicio de la opción (inversión inicial).

La naturaleza de las relaciones proveedor – cliente en la industria de autopartes implica además restricciones adicionales sobre la fecha de vencimiento de la opción de ampliación. Aun cuando en principio pudiera parecer razonable suponer que la empresa dispone de libertad para decidir el momento adecuado para expandir la capacidad de sus inversiones, en realidad el plazo de ejercicio expira



en el momento en que sus clientes requieren dicha ampliación. Si, una vez agotada la capacidad productiva ociosa de las plantas productivas en Brasil, la empresa no responde inmediatamente al incremento adicional de la demanda de sus clientes, las montadoras buscarían nuevas fuentes de suministro que sustituirían a la empresa en la fabricación de autopartes para la producción de automóviles que exceda su capacidad inicial de servicio, de modo que la empresa perdería toda posibilidad de recuperar dicha demanda adicional mediante ulteriores ampliaciones de su capacidad.

### **La opción de abandono**

Además Automex dispone de la posibilidad de abandonar, en cualquier momento de la vida útil del proyecto, la totalidad o parte de la inversión acumulada. Se trata de un derecho inalienable, implícito en los acuerdos comerciales entre proveedor-cliente, que limita las pérdidas potenciales del compromiso efectuado por cada uno de ellos y, por tanto, también el correspondiente riesgo asumido.

En el contrato de suministro que suscribe Automex con sus clientes, se acuerda explícitamente una duración de cinco años, que será prorrogada automáticamente si, una vez finalizado este período, la vida del modelo para el cual se fabrican los componentes de interior fuese ampliada. Dado el carácter específico e irreversible del compromiso en el que ha de incurrir el proveedor de componentes para llevar a cabo el suministro de piezas a la empresa ensambladora, el establecimiento de un largo período de vigencia del contrato contribuye en cierto modo a limitar el mayor riesgo soportado por el proveedor. Dicha compensación o redistribución de riesgos es, sin embargo, más aparente que real.

El dominio de la ensambladora sobre sus proveedores se refleja en su capacidad de decisión y poder sancionador. De hecho la amenaza de sustitución del proveedor por otro competidor, que se sustenta en la adquisición de la propiedad de los troqueles por parte del cliente, otorga a éste último claras ventajas frente a sus proveedores en la resolución de conflictos que emanen de la ejecución del contrato. Si el proveedor inicial no satisface las especificaciones del cliente, éste puede rescindir de manera inmediata el acuerdo sin sufrir mayores pérdidas que las que se derivan de la consiguiente renegociación del suministro.

Por su parte, el proveedor procurará compensar las desventajas en poder de negociación y riesgo soportado, mediante el cobro de la correspondiente prima en el precio del componente. Las diferencias en el poder de negociación entre distintos fabricantes de piezas y equipos son reflejo de su propia competitividad. Factores tales como la calidad o fiabilidad de sus productos, su eficiencia productiva, su innovación tecnológica o, incluso, su proximidad geográfica; definen su posición en el contrato y, determinan, por tanto, la consiguiente distribución del riesgo.

No obstante, todo proveedor de componentes cuenta en última instancia con la posibilidad de abandonar una inversión ruinosa, mediante el ejercicio de la opción de abandono que sería análoga a una opción de venta o *put*. Como si se tratase de un seguro, la opción de abandono limita las pérdidas potenciales del proyecto sesgando la correspondiente distribución de probabilidad de sus resultados futuros hacia la derecha. Lógicamente la interrupción de la corriente de pérdidas procedentes de la inversión no es el único efecto del abandono del proyecto. La renuncia a futuras ampliaciones del proyecto y al posible desarrollo de nuevas etapas de la inversión, forman parte del costo del ejercicio de la opción de abandono que, en ocasiones, puede incluso repercutir negativamente sobre otros negocios presentes y futuros de la empresa, en caso de repercutir negativamente sobre la confianza de sus clientes.

Con relación a la inversión objeto de análisis, decidimos centrar nuestra atención en la valoración del efecto de la posibilidad de liquidar el conjunto del negocio en Brasil. Para tal efecto tomaremos como precio de ejercicio de la opción, el valor de mercado de los terrenos, más el valor de mercado de las construcciones más el valor contable del resto de activos fijos pendientes de amortizar. Dicho valor de mercado es estimado suponiendo que el precio inicial de adquisición de los activos se incrementa a una tasa anual de 12% y asciende a \$ 17,003,669 según sus estimaciones.

Con base en la información del flujo de efectivo del proyecto se puede determinar cuanto vale abandonarlo en cualquiera de los años contenidos en su vida, simplemente calculando el valor presente en ese punto del tiempo de los flujos de efectivo proyectados que se esperaban recibir de la siguiente manera:

### Abandonar al final del año 1

Si se decide abandonar el proyecto al final del año 1 se tendría un valor presente de los flujos faltantes igual a:

	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
(1)Flujos de efectivo	18,780,674	17,504,430	15,042,731	13,733,213
(2)Factor de interés del valor presente	0.7638	0.5834	0.4456	0.3404
(3)Valor presente de flujos de efectivo (1*2)	14,345,152	10,212,592	6,703,609	4,674,640
(4) Sumatoria de VP de flujos de efectivo	35,935,993			

### Abandonar al final del año 2

Si se decide abandonar el proyecto al final del año 2 se tendría un valor presente de los flujos faltantes igual a:

	Año 3	Año 4	Año 5
(1)Flujos de efectivo	17,504,430	15,042,731	13,733,213
(2)Factor de interés del valor presente	0.7638	0.5834	0.4456
(3)Valor presente de flujos de efectivo (1*2)	13,370,325	8,776,365	6,120,038
(4) Sumatoria de VP de flujos de efectivo	28,266,729		

### Abandonar al final del año 3

Si se decide abandonar el proyecto al final del año 3 se tendría un valor presente de los flujos faltantes igual a:

	Año 4	Año 5
(1)Flujos de efectivo	15,042,731	13,733,213
(2)Factor de interés del valor presente	0.7638	0.5834
(3)Valor presente de flujos de efectivo (1*2)	11,490,017	8,012,354
(4) Sumatoria de VP de flujos de efectivo	19,502,372	

### Abandonar al final del año 4

Si se decide abandonar el proyecto al final del año 3 se tendría un valor presente de los flujos faltantes igual a:

	Año 5
(1)Flujos de efectivo	13,733,213
(2)Factor de interés del valor presente	0.7638
(3)Valor presente de flujos de efectivo (1*2)	10,489,774
(4) Sumatoria de VP de flujos de efectivo	10,489,774

Con base en la información anterior para cada punto en el tiempo y si la tasa libre de riesgo ( $r$ ) es del 23.46% efectivo anual, el precio de ejercicio ( $E$ ) es de \$ 17,003,669 y se tiene una volatilidad del 39.29% se puede valorar la opción de abandonar en cualquiera de los años de la vida del proyecto, utilizando el modelo de Black y Scholes para opciones de venta o *put*, el precio de ejercicio es el valor que se considera que se recibirá en caso de abandonar el proyecto y el precio del activo subyacente ( $A$ ) es igual al valor presente de los flujos faltantes en cada año de abandono:

$$PUT = Ee^{-rt} N(-d2) - AN(-d1)$$

$$N(-d1) = 1 - (Nd1)$$

$$N(-d2) = 1 - (Nd2)$$

### Valor de la opción al final del año 1

Con los siguientes datos calcularemos la opción *put*:

$$E = 17,003,669$$

$$A = 35,935,993$$

$$r = 23.46\%$$

$$T = 4 \text{ años}$$

$$\text{Volatilidad} = 39.29\%$$

Con estos datos obtenemos los valores para  $d_1$  y  $d_2$  reemplazando en la respectiva formula:

$$d_1 = \frac{\ln(A/E) + (r + \sigma^2 / 2) T}{\sigma \sqrt{T}}$$

$$d_1 = \frac{\ln(35,935,993 / 17,003,669) + [0.2346 + (0.3929^2 / 2) * 4]}{0.3929 \sqrt{4}}$$
$$d_1 = \frac{0.0748310 + 1.24699}{0.78573}$$

$$d_1 = 253.942\%$$

Ahora, para hallar  $N(d_1)$  se busca en la tabla de la distribución normal estándar y se interpola como se muestra:

$$N(253.94\%) = \left[ \frac{2.5394 - 2.54}{2.53 - 2.54} \right] * [0.99430 - 0.99446] + 0.99446$$

$$N(253.94\%) = (0.600) * (-0.00016) + 0.99446$$

$$N(253.94\%) = -0.0000096 + 0.99446$$

$$N(253.94\%) = 0.994448121$$

$N(d_1) = N(253.94\%)$  que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0.994448121.

Para calcular  $N(-d_1)$  se resta a uno los valores ya calculados:

$$N(-d_1) = 1 - 0.994448121 = 0.005551879$$

Ahora sustituimos los datos para la formula de  $d_2$  :

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

$$d_2 = 2.53942 - 0.3929 \sqrt{4}$$

$$d_2 = 2.53942 - 0.78572962$$

$$d_2 = 1.75368819 = 175.368819\%$$

Ahora, para hallar  $N(d_2)$  se busca en la tabla de la distribución normal estándar y se interpola como se muestra:

$$N(175.368\%) = \left[ \frac{1.75368 - 1.76}{1.75 - 1.76} \right] * [0.95994 - 0.96080] + 0.96080$$

$$N(175.368\%) = (0.6320) * (-0.00086) + 0.96080$$

$$N(175.368\%) = -0.000543520 + 0.96080$$

$$N(175.368\%) = 0.960258069$$

$N(d_2) = N(175.368\%)$  que corresponde en la distribución normal a una probabilidad de 0.960258069

Para calcular  $N(-d_2)$  se resta a uno los valores ya calculados:

$$N(-d_2) = 1 - 0.960258069 = 0.039741931$$

Reemplazando en la fórmula de Black y Scholes para una opción *put* :

$$\text{PUT} = E e^{-rt} N(-d_2) - AN(-d_1)$$

$$\text{PUT} = 17,003,669 * (2.728281)^{-23.46\% * 4} * 0.039741931 - 35,935,993 * 0.005551879$$

$$\text{PUT} = \$ 63,997.56$$

### Valor de la opción al final del año 2

Para el cálculo de la opción al final del año 2, tomamos como precio del activo (A) el valor presente de los flujos faltantes si abandonamos el proyecto en el año 2 y el tiempo (T) restante.

$$E = 17,003,669$$

$$A = 28,266,729$$

$$r = 23.46\%$$

$$T = 3 \text{ años}$$

$$\text{Volatilidad} = 39.29\%$$

Con estos datos calculamos  $d_1$  y  $d_2$  siguiendo la misma metodología que en el caso anterior (el de abandonar en el año 1), mostrándose solamente los resultados finales:

$$d_1 = 212.135\%$$

$$d_2 = 144.088\%$$

Luego calculamos  $N(d_1)$  y  $N(d_2)$  buscando en la tabla de la distribución normal estándar e interpolando los resultados son:

$$N(d_1) = 0.983053745$$

$$N(d_2) = 0.925191365$$

Para calcular  $N(-d_1)$  y  $N(-d_2)$  le restamos uno a los valores ya calculados:

$$N(-d_1) = 1 - 0.983053745 = 0.016946255$$

$$N(-d_2) = 1 - 0.925191365 = 0.074808635$$

Utilizando el mismo procedimiento hallamos la opción *put* directamente:

$$PUT = 17,003,669 * (2.728281)^{-23.46\% * 3} * 0.074808635 - 28,266,729 * 0.016946255$$

$$PUT = \$148,679.29$$

### Valor de la opción al final del año 3

De la misma manera calculamos el valor de las opciones que siguen:

$$E = 17,003,669$$

$$A = 19,502,372$$

$$r = 23.46\%$$

$$T = 2 \text{ años}$$

$$\text{Volatilidad} = 39.29\%$$

Para calcular  $N(-d_1)$  y  $N(-d_2)$  le restamos uno a los valores ya calculados:

$$N(-d_1) = 1 - 0.914497635 = 0.085502365$$

$$N(-d_2) = 1 - 0.792002293 = 0.207997707$$

Utilizando el mismo procedimiento hallamos la opción *put* directamente:

$$PUT = 17,003,669 * (2.728281)^{-23.46\% * 2} * 0.207997707 - 19,502,372 * 0.085502365$$

$$PUT = \$541,033.69$$

#### Valor de la opción al final del año 4

E = 17,003,669  
A = 10,489,774  
r = 23.46%  
T = 1 año  
Volatilidad = 39.29%

Para calcular  $N(-d1)$  y  $N(-d2)$  le restamos uno a los valores ya calculados:

$$N(-d1) = 1 - 0.331425059 = 0.668574941$$

$$N(-d2) = 1 - 0.203595597 = 0.796404403$$

Utilizando el mismo procedimiento hallamos la opción *put* directamente:

$$PUT = 17,003,669 * (2.728281)^{-23.46\% * 1} * 0.796404403 - 10,489,774 * 0.668574941$$

$$PUT = \$3,687,880$$

#### Valor de la opción al final del año 5

El valor de la opción al final del año 5, es igual al precio de ejercicio:

$$E = 17,003,669$$

Una vez obtenidos los valores de las *put* en cada uno de los puntos del tiempo, se suman sus valores. El valor del proyecto sería igual al valor presente neto descontado a la tasa de descuento más el valor de las opciones descontadas a la tasa libre de riesgo:

---

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Valor de la opción	63,997.56	148,679.29	541,033.69	3,687,879.51	17,003,668.64
Factor de interés del valor presente	0.810	0.656	0.531	0.430	0.349
V.P. del valor de las opciones	51,837.73	97,547.36	287,522.53	1,587,474.69	5,928,642.21
Sumatoria de V.P. Del valor de las opciones	\$7,953,024.51				

---

Así el valor presente neto ampliado sumando el VPN del proyecto y el valor descontado de las opciones:

VPN del proyecto **-\$2,414,396.**  
Valor descontado de las opciones \$7,953,024.51  
VPN AMPLIADO \$5,538,627.87

Bajo estas condiciones el proyecto sería viable. En general las opciones van a ser útiles cuando los proyectos tengan mucha volatilidad, es decir incertidumbre, puesto que para estos casos arrojan resultados positivos.

En resumen, el modelo del valor presente neto aplicado a este proyecto de inversión nos arrojó un resultado negativo, con lo que, siguiendo el criterio de aceptación del VPN, el proyecto se tiene que rechazar. Sin embargo, cuando aplicamos el modelo de valoración de opciones de Black y Scholes al proyecto de inversión como si fuera una opción de compra (*call*), los resultados fueron positivos ya que combinando estos resultados tenemos que el valor presente neto ampliado (el VPN tradicional más el valor de la opción de compra) es de \$ 4,735,952. Asimismo, dentro de este proyecto también encontramos la opción de abandono y realizamos la valoración de ésta como una opción de venta (*put*), los resultados del valor presente neto ampliado también fueron positivos en \$5,538,627.87 que en ambos casos que representan el valor estratégico que tiene el proyecto si se lleva a cabo



## **VI CONCLUSIONES**

En muchas ocasiones, la inversión empresarial es considerada como un hecho o decisión puntual, como algo irreversible que no posee flexibilidad. Tanto el tratamiento que ésta recibe en la literatura financiera como la práctica del proceso de selección de proyectos en la empresa, contribuyen de igual modo a la construcción de esta concepción estática de la inversión. El resultado es una visión fotográfica de la inversión cuyo nexo con la estrategia de la empresa se limita al momento específico de su aceptación o rechazo.

La aparente incongruencia demostrada en la aceptación de proyectos con VPN negativo en función de consideraciones no financieras pero directamente relacionadas con el valor de la empresa y, por tanto, con clara incidencia sobre aquél, conduce a plantear serias dudas sobre la capacidad de los métodos tradicionales de evaluación de inversiones para recoger el conjunto de componentes de valor de éstas y, por ende, sobre la idoneidad de su empleo en el análisis de los proyectos de inversión empresariales. En este sentido, se dice que los métodos cuantitativos permiten valorar tan sólo el efecto de las variables financieras de las inversiones, excluyendo por tanto del análisis importantes implicaciones derivadas de la aceptación de aquellas precisamente por su carácter cualitativo o no cuantificable.

En este contexto, y dejando a un lado el debate sobre la capacidad de los métodos financieros para cuantificar el efecto de las referidas variables cualitativas sobre el valor de la empresa, son muchos los teóricos y prácticos de las finanzas que durante las últimas dos décadas concentran su estudio en el desarrollo de métodos cuantitativos que, superando el carácter arbitrario y sesgo subjetivo del que padece el análisis cualitativo de inversiones, permitan incorporar las consecuencias de variables diferentes de las tradicionales que tan sólo recogen las características de los flujos de tesorería directamente generados por el proyecto.

Entre las diferentes propuestas, el enfoque de opciones reales ofrece nuevas luces en la comprensión del proceso mismo de generación de valor y, por tanto, en la identificación de las fuentes de valor, proporcionando además herramientas cuantitativas para la estimación de la contribución de aquellas al valor total del proyecto (valor presente neto ampliado).

El proyecto elegido como objeto de la investigación posee la característica de que a pesar que el VPN del mismo resultó negativo, los directivos de la empresa deciden emprenderlo debido a su carácter estratégico, dicho proyecto consiste en la inversión directa en Brasil a través del desarrollo de una planta productiva destinada a la fabricación de varios de los componentes de automóviles. Así, el presente trabajo analiza las posibilidades de explicar la inversión directa en Brasil

como consecuencia de la existencia de opciones reales de valor presente superior al importe negativo del valor presente neto calculado de manera tradicional.

Para comprobar nuestra hipótesis, calculamos la prima de la opción *call* (que es la opción que identificamos se encuentra implícita en el proyecto), para lo cuál tuvimos que hacer una analogía entre los elementos del proyecto y los elementos para valorar una opción *call*. Una vez realizados los cálculos correspondientes el valor de la opción arrojó un resultado positivo que sumado al VPN negativo del proyecto, nos dio como resultado un valor positivo del proyecto, valor que denominamos *valor presente neto ampliado*. El valor presente de la inversión (VPN ampliado) es entonces calculado como la suma de su valor presente neto estático (de manera tradicional) con el valor presente del conjunto de opciones reales asociadas al proyecto. El enfoque de opciones reales proporciona no sólo una nueva forma de abordar el problema de evaluar un proyecto sino que también nos ofrece un nuevo enfoque acerca de la valoración de la estrategia empresarial.

También identificamos la opción de abandonar el proyecto en cualquier momento de su vida útil, para cuantificar el valor de esta opción, hicimos una analogía entre los elementos para valorar el proyecto y los elementos para valorar una opción *put*. Al igual que en el caso anterior el valor del proyecto es igual a la suma de su valor presente neto con el valor de la opción *put*. En este caso el resultado del valor del proyecto también fue positivo. Todo esto nos conduce a pensar que la valoración estática a través del valor presente, no es suficiente para capturar el valor estratégico que poseen las inversiones, ya que este mismo proyecto, al ser evaluado a la luz del enfoque de las opciones, nos arrojó un resultado diferente. Esto se debe también a que el VPN, no toma en consideración la volatilidad de los flujos de efectivo dentro de su modelo de valoración. El método de valoración de opciones de Black y Scholes incorpora el elemento volatilidad dentro del modelo, de tal manera que a mayor riesgo, el activo sujeto de evaluación tendrá un mayor valor. Es por esto, que mientras mayor sea la volatilidad de los flujos de efectivo generados por el proyecto, el valor que puede generar será también mayor.

El enfoque de opciones no está, empero, exento de inconvenientes, entre los que destacan primero, la mayor complejidad de los modelos matemático-estadísticos de los que se sirve el enfoque para la valoración de las mencionadas opciones reales y, segundo, la relativamente escasa evidencia empírica que de modo fehaciente corrobore la efectiva capacidad de los modelos de opciones para superar las arriba mencionadas limitaciones de los métodos tradicionales de evaluación. Haciendo suyo el objetivo de incrementar el número de pruebas empíricas al respecto de la eficiencia del enfoque en el análisis de la inversión empresarial, el presente trabajo de investigación parte del hecho de que la aceptación de un proyecto de inversión con VPN negativo, implica la existencia en aquél de opciones reales de valor presente mayor que el importe negativo del mencionado VPN estático. Al cierre del presente trabajo de investigación esperamos haber contribuido a incrementar la evidencia empírica sobre la relevancia de las opciones reales en la inversión empresarial.

## BIBLIOGRAFÍA

- BACA URBINA**, Gabriel, *Evaluación de proyectos*, México, Mc Graw Hill Interamericana, 1998, (3ª ed.), 339 pp.
- BREALEY, RICHARD A.** y Stewart C. Myers, *Principios de finanzas corporativas*, trad. de José Antonio Redondo López, Madrid, Mc Graw Hill Interamericana de España, 1998 (5ª ed.) , 805 pp.
- DÍAZ TINOCO**, Jaime y Fausto Hernández Trillo, *Futuros y opciones financieras. Una introducción*, México, Limusa, 1998, (2ª ed.) 171 pp.
- DIAZ**, Carmen, *Futuros y opciones. Teoría y práctica*, México, Prentice Hall Hispanoamericana, 1998, 187 pp.
- DIEZ DE CASTRO**, Luis, *Ingeniería financiera. La gestión de los mercados internacionales*, Barcelona, Mc Graw Hill, 1999, 318 pp.
- EMERY**, Douglas y John D. Finnerty , *Administración financiera corporativa*, trad. de Adolfo Deras Quiñones, México, Pearson educación, 2000, 582 pp.
- FCA UNAM**, Price Waterhouse Coopers e Instituto Mexicano de Ejecutivos en Finanzas, *Valuación de Empresas y Creación de Valor*, México, 2002.
- FRANKS, J.R. y J.F. Broyles**, *Técnicas modernas de administración financiera*, trad. de Martha Olivia Márquez Ordaz, México, Limusa, 1983, 440 pp.
- GALITZ**, Lawrence, *Ingeniería financiera*, trad. Rafael Aparicio, Barcelona, Ediciones Folio, 1994, Tomo I, 474 pp.
- GITMAN**, J. Lawrence , *Administración financiera*, trad. Miguel Ángel Sánchez Carrión, México, Prentice Hall, 2000, 593 pp.
- HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ** , Abraham y Abraham Hernández Villalobos, *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*, México, ECAFSA, 1998, (2ª ed.), 399 pp.
- KETELHÓHN ESCOBAR**, Werner y José Nicolás Marín Ximénez, *Decisiones de inversión en la empresa*, México, Limusa, 1987, (1ª reimp.), 435 pp.
- MARTÍNEZ ABASCAL**, Eduardo, *Futuros y opciones en la gestión de carteras*, Madrid, Mc. Graw Hill, 1993, 446 pp.
- MASCAREÑAS**, Juan, Prosper Lamothe, Francisco López Lubián y Walter de Luna, *Opciones reales y valoración de activos.*, Madrid, Pearson Educación, 2004, 237 pp.
- MASCAREÑAS**, Juan, *Innovaciones financieras. Aplicaciones para la gestión*

*empresarial* , Madrid, Mc Graw Hill, 1999, 271 pp.

**SAAVEDRA GARCIA**, Maria Luisa, Teresa de Jesús Vargas Vera y Heriberto Moreno Uribe, *El efecto de la apertura comercial en el sector automotriz mexicano: el caso de la quiebra de consorcio Dina S.A. de C.V.*, México, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 2004, 152 pp.

**SAPAG CHAIN**, Nassir y Reinaldo Sapag Chain , *Preparación y evaluación de proyectos*, México, Mc Graw Hill ,1998, (10<sup>a</sup> ed.), 354 pp.

**WESTON**, Fred J. y Eugene F. Brigham, *Fundamentos de administración financiera*, trad. Jaime Gómez Mont, México, Mc Graw Hill Interamericana, 1994, (10<sup>a</sup> ed.), 1187 pp.

**WESTON**, Fred J. y Thomas E. Copeland, *Finanzas en administración* ,trad. Jaime Gómez Mont, México, Mc Graw Hill Interamericana, 1992, (9<sup>a</sup> ed.), 638 pp.

## **PUBLICACIONES Y ARTÍCULOS**

**AUTOMEX**, Informe anual 2003 , elaborado por la empresa, México , Marzo de 2004 ,127 pp.

**AUTOMEX**, “Proyecto Brasil”, *Dirección de análisis económico y financiero*, México, Enero 2003.

**ÁLVAREZ MEDINA**, Ma. de Lourdes, “Cambios en la industria automotriz frente a la globalización : el sector autopartes en México ”, *Revista Contaduría y Administración*, No 206, julio - septiembre 2002, Universidad Nacional Autónoma de México pp. 29 -49

**ALZUGARAY**, Angélica, “The Black and Scholes Method for Option Valuation Applied to the Evaluation of Investment Projects”, *The Anáhuac Journal*, Vol. 2, No 2, primavera/verano 2000, Universidad Anáhuac, pp.112-121

**BANCOMER**, *Perspectivas sectoriales, industria automotriz* , Grupo financiero Bancomer, México, Junio de 2000,pp.1-6

**BLACK FISCHER** y Scholes Myron, “The Pricing of Options and Corporate Liabilities”, *Journal of Political Economy*, Vol. 81, No 3,Nueva York, 1973 pp. 637-654

**COMISIÓN ECONÓMICA PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**, *Estudio económico de América Latina y el Caribe 2003 - Brasil*, México, 2004, pp. 1-11

- COPELAND**, Thomas y Keenan T. Philip, "Making real options real", *The McKinsey Quarterly*, No 3, Nueva York, 1998, pp. 128- 135.
- DIXIT AVINASH** y Pindyck Robert, "The Options Approach to Capital Investment". *Harvard Business Review*, Vol. 73, número 3, May/Jun.1995 pp. 5-12.
- ESTY**, C. Benjamin, "Improved Techniques for Valuing Large-Scale Projects", *Journal of Project Finance*, Primavera, Vol. 5, Nueva York ,1999, pp.19- 28.
- GODFREY**, Stephen y Ramón Espinosa, "A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets", *Journal of applied corporate finance*, otoño, 1996 Vol.9 , Nueva York, pp.80-89.
- GRAHAM**, J. Harvey, "The theory and practice of corporate finance: evidence from the field", *Journal of Financial Economics*, n° 60, Nueva York, 2001, pp 187-243.
- HSBC**, *Estudio sectorial, vehículos automotores*, Dirección de análisis económico y bursátil HSBC, México 2003,16 pp.
- LESLIE** J. Keith y Michaels P. Max, . "The RealPower of real options. " *The Mc Kinsey Quartely*, No 3, Londres, 1997, pp.97-108.
- LÓPEZ LUBIÁN**, Francisco, "Trampas en la valoración de negocios", *Harvard Deusto Bussines Review*, Marzo-Abril, Barcelona 2001, pp.23-34.
- LUEHRMAN**, A. Timothy. "Strategy as a Portafolio of Real Options", *Harvard Bussines Review*, Septiembre-October, Boston, 1998, pp. 90- 99.
- LUEHRMAN**, A. Timothy. "Investment Opportunities as Real Options: Getting Started on the Numbers", *Harvard Bussines Review*, Junio Agosto, Boston, 1998, pp. 51-67.
- MASCAREÑAS**, Juan , " Las decisiones de inversión como opciones reales un enfoque conceptual", *Apuntes de estudio*, Universidad Complutense de Madrid, Madrid,2000, p.1- 13
- MEXICO, SECRETARÍA DE ECONOMÍA**, " Acuerdo de estratificación de empresas micro, pequeñas, medianas y grandes" publicado en el *Diario Oficial de la Federación*, México, 30 de marzo de 1996, pp. 5-6.
- MYERS**, C.Stewart , "Fischer Black's contributions to corporate finance", *Financial Management*, Invierno ,1993, Nueva York pp. 95-103.
- ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL**, Informe mundial 1995, México,1995, 45 pp.
- SALOMÓN**, Alfredo " Modernidad y bifurcación de la industria de automotores",

*Revista Comercio Exterior, Sección Nacional*, febrero 2000, México, pp.112-113

**TRIGEORGIS**, Lenos, “Real Options and Interactions with Financial Flexibility”, *Financial Management*, vol. 22, Número 3, 1993, Nueva York, pp. 45-54

## **PÁGINAS WEB**

**ASOCIACIÓN MEXICANA DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ** , < <http://www.amia.com.mx>,> 2003.

**ASOCIACIÓN NACIONAL DE FABRICANTES DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES**, “Referencias internacionais, producao de autoveículos 1992- 2001”, *Anuário Estatístico da Indústria Automobilística Brasileira*, Marzo de 2002, <[www.anfavea.com.br](http://www.anfavea.com.br)>, (Septiembre 2003).

**INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA GEOGRAFÍA E INFORMÁTICA**, XV *Censo Industrial, Censos Económicos 1999* , México, <[www.inegi.gob.mx](http://www.inegi.gob.mx)> (03 de diciembre de 2003)

**MERCADO MEXICANO DE DERIVADOS (MEXDER)** , México, < <http://www.mexder.mx/antecedentes.html>>, (12 de Agosto de 2004)

**DISTRIBUCION NORMAL ESTÁNDAR**

+	0	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0	0.50000	0.50399	0.50798	0.51197	0.51595	0.51994	0.52392	0.52790	0.53188	0.53586
0.1	0.53983	0.54380	0.54776	0.55172	0.55567	0.55962	0.56356	0.56749	0.57142	0.57535
0.2	0.57926	0.58317	0.58706	0.59095	0.59483	0.59871	0.60257	0.60642	0.61026	0.61409
0.3	0.61791	0.62172	0.62552	0.62930	0.63307	0.63683	0.64058	0.64431	0.64803	0.65173
0.4	0.65542	0.65910	0.66276	0.66640	0.67003	0.67364	0.67724	0.68082	0.68439	0.68793
0.5	0.69146	0.69497	0.69847	0.70194	0.70540	0.70884	0.71226	0.71566	0.71904	0.72240
0.6	0.72575	0.72907	0.73237	0.73565	0.73891	0.74215	0.74537	0.74857	0.75175	0.75490
0.7	0.75804	0.76115	0.76424	0.76730	0.77035	0.77337	0.77637	0.77935	0.78230	0.78524
0.8	0.78814	0.79103	0.79389	0.79673	0.79955	0.80234	0.80511	0.80785	0.81057	0.81327
0.9	0.81594	0.81859	0.82121	0.82381	0.82639	0.82894	0.83147	0.83398	0.83646	0.83891
1	0.84134	0.84375	0.84614	0.84849	0.85083	0.85314	0.85543	0.85769	0.85993	0.86214
1.1	0.86433	0.86650	0.86864	0.87076	0.87286	0.87493	0.87698	0.87900	0.88100	0.88298
1.2	0.88493	0.88686	0.88877	0.89065	0.89251	0.89435	0.89617	0.89796	0.89973	0.90147
1.3	0.90320	0.90490	0.90658	0.90824	0.90988	0.91149	0.91308	0.91466	0.91621	0.91774
1.4	0.91924	0.92073	0.92220	0.92364	0.92507	0.92647	0.92785	0.92922	0.93056	0.93189
1.5	0.93319	0.93448	0.93574	0.93699	0.93822	0.93943	0.94062	0.94179	0.94295	0.94408
1.6	0.94520	0.94630	0.94738	0.94845	0.94950	0.95053	0.95154	0.95254	0.95352	0.95449
1.7	0.95543	0.95637	0.95728	0.95818	0.95907	0.95994	0.96080	0.96164	0.96246	0.96327
1.8	0.96407	0.96485	0.96562	0.96638	0.96712	0.96784	0.96856	0.96926	0.96995	0.97062
1.9	0.97128	0.97193	0.97257	0.97320	0.97381	0.97441	0.97500	0.97558	0.97615	0.97670
2	0.97725	0.97778	0.97831	0.97882	0.97932	0.97982	0.98030	0.98077	0.98124	0.98169
2.1	0.98214	0.98257	0.98300	0.98341	0.98382	0.98422	0.98461	0.98500	0.98537	0.98574
2.2	0.98610	0.98645	0.98679	0.98713	0.98745	0.98778	0.98809	0.98840	0.98870	0.98899
2.3	0.98928	0.98956	0.98983	0.99010	0.99036	0.99061	0.99086	0.99111	0.99134	0.99158
2.4	0.99180	0.99202	0.99224	0.99245	0.99266	0.99286	0.99305	0.99324	0.99343	0.99361
2.5	0.99379	0.99396	0.99413	0.99430	0.99446	0.99461	0.99477	0.99492	0.99506	0.99520

(-)	0	-0.01	-0.02	-0.03	-0.04	-0.05	-0.06	-0.07	-0.08	-0.09
0	0.50000	0.49601	0.49202	0.48803	0.48405	0.48006	0.47608	0.47210	0.46812	0.46414
-0.1	0.46017	0.45620	0.45224	0.44828	0.44433	0.44038	0.43644	0.43251	0.42858	0.42465
-0.2	0.42074	0.41683	0.41294	0.40905	0.40517	0.40129	0.39743	0.39358	0.38974	0.38591
-0.3	0.38209	0.37828	0.37448	0.37070	0.36693	0.36317	0.35942	0.35569	0.35197	0.34827
-0.4	0.34458	0.34090	0.33724	0.33360	0.32997	0.32636	0.32276	0.31918	0.31561	0.31207
-0.5	0.30854	0.30503	0.30153	0.29806	0.29460	0.29116	0.28774	0.28434	0.28096	0.27760
-0.6	0.27425	0.27093	0.26763	0.26435	0.26109	0.25785	0.25463	0.25143	0.24825	0.24510
-0.7	0.24196	0.23885	0.23576	0.23270	0.22965	0.22663	0.22363	0.22065	0.21770	0.21476
-0.8	0.21186	0.20897	0.20611	0.20327	0.20045	0.19766	0.19489	0.19215	0.18943	0.18673
-0.9	0.18406	0.18141	0.17879	0.17619	0.17361	0.17106	0.16853	0.16602	0.16354	0.16109
-1	0.15866	0.15625	0.15386	0.15151	0.14917	0.14686	0.14457	0.14231	0.14007	0.13786
-1.1	0.13567	0.13350	0.13136	0.12924	0.12714	0.12507	0.12302	0.12100	0.11900	0.11702
-1.2	0.11507	0.11314	0.11123	0.10935	0.10749	0.10565	0.10383	0.10204	0.10027	0.09853
-1.3	0.09680	0.09510	0.09342	0.09176	0.09012	0.08851	0.08692	0.08534	0.08379	0.08226
-1.4	0.08076	0.07927	0.07780	0.07636	0.07493	0.07353	0.07215	0.07078	0.06944	0.06811
-1.5	0.06681	0.06552	0.06426	0.06301	0.06178	0.06057	0.05938	0.05821	0.05705	0.05592
-1.6	0.05480	0.05370	0.05262	0.05155	0.05050	0.04947	0.04846	0.04746	0.04648	0.04551
-1.7	0.04457	0.04363	0.04272	0.04182	0.04093	0.04006	0.03920	0.03836	0.03754	0.03673
-1.8	0.03593	0.03515	0.03438	0.03362	0.03288	0.03216	0.03144	0.03074	0.03005	0.02938
-1.9	0.02872	0.02807	0.02743	0.02680	0.02619	0.02559	0.02500	0.02442	0.02385	0.02330
-2	0.02275	0.02222	0.02169	0.02118	0.02068	0.02018	0.01970	0.01923	0.01876	0.01831
-2.1	0.01786	0.01743	0.01700	0.01659	0.01618	0.01578	0.01539	0.01500	0.01463	0.01426
-2.2	0.01390	0.01355	0.01321	0.01287	0.01255	0.01222	0.01191	0.01160	0.01130	0.01101
-2.3	0.01072	0.01044	0.01017	0.00990	0.00964	0.00939	0.00914	0.00889	0.00866	0.00842
-2.4	0.00820	0.00798	0.00776	0.00755	0.00734	0.00714	0.00695	0.00676	0.00657	0.00639
-2.5	0.00621	0.00604	0.00587	0.00570	0.00554	0.00539	0.00523	0.00508	0.00494	0.00480